



**ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ УПРАВЛЕНИЯ – 75 ЛЕТ**



**Институт проблем  
управления  
им. В.А. Трапезникова  
Российской академии  
наук**



**75 лет**

Дорогие коллеги!

Перед вами – книга об Институте проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук, которому в июне 2014 г. исполнилось 75 лет. Она повествует об истории Института, о том, чем заняты сегодня его лаборатории, о выдающихся учёных, которые работали или продолжают трудиться в его стенах. Эта книга большей частью составлена из очерков, подготовленных сотрудниками Института, авторами или соавторами многих фундаментальных результатов, корифеями или их учениками. Глубокая признательность всем, кто их писал, – здравствующим и уже покинувшим нас. Благодарность всем, кто принял участие в огромной работе по подготовке и оформлению материалов.



История достижений и ошибок человечества поучительна. Человеку постоянно приходится иметь дело с управлением самыми разными объектами – техническими, физическими, организационными, социально-экономическими, биологическими и другими, а также объектами междисциплинарной природы. История человечества суть история побед и поражений практики управления – поражений из-за неумения решать соответствующие проблемы управления или неиспользования имеющегося арсенала средств их решения. Среди этих средств – методы формирования таких управляющих воздействий на объект управления, которые бы придавали ему необходимые свойства, например, достижимости целевых состояний, устойчивости, безопасности, оптимальности по выбранным критериям качества и другие. И всё это – на фоне возможного дефицита информационных, временных, энергетических, экологических, финансовых и других ресурсов, а также с необходимостью учёта возмущений, воздействующих на объект управления и неконтролируемых управляющей стороной, включая и активное противодействие.

Жизнь и сама логика развития науки управления выдвигают всё новые требования к системам управления. В их числе обеспечение гарантированной надёжности и качества функционирования нелинейных систем в условиях неопределённости и возмущений, обеспечение интеллектуальности систем управления и функций сетевого взаимодействия. Необходимо создание миниатюрных датчиков и исполнительных органов для новых приложений (в биологии, медицине, физике и др.), ускорение создания и удешевление систем управления, в том числе распределённых и многоагентных систем с эффективным взаимопроникновением в них управления, вычислений и связи и при учёте стоимостных затрат по всему жизненному циклу систем управления.

Необходимы более адекватные междисциплинарные модели динамики и управления в экономике и биологии. Глобальные экономические кризисы выявили подлинный масштаб неадекватности соответствующих междисциплинарных моделей реальным транснациональным процессам в экономике. При моделировании биологических объектов возникают гетерогенные (непрерывно-дискретные, логико-динамические, алгебро-дифференциальные и другие) модели с расширением анализа от уровня генов до уровня организма как системы взаимодействующих химико-физических, электрических, жидкостных и структурных элементов. Необходимы методы решения задач управления для соответствующих гетерогенных моделей. Пришло время проектировать биосистемы и наноматериалы, опираясь на методологию теории управления.

Флагману науки управления в СССР ИАТу, ныне ИПУ – 75 лет. Происходившее в стране отразилось и на ИПУ: численность Института с советских времен сократилась вдвое. Но мы не просто выжили – мы активно развиваемся. Институт был и остаётся крупнейшим научным коллективом, работающим в области теории управления и автоматики. Мы ведём исследования на переднем фронте науки по широкому спектру проблем управления и автоматизации, включая комплексные междисциплинарные проблемы, и при плодотворном сотрудничестве с другими академическими, отраслевыми и вузовскими коллективами. Наследие наших ярких предшественников не утрачено, а преумножается.

За последние 5 лет в Институт пришло много молодёжи, и эта книга позволит новым сотрудникам узнать, как зародились самые современные, доверенные их попечению направления теории управления.

Поздравляю с юбилеем замечательный коллектив нашего Института, который продолжает энергично и вдохновенно работать, храня и развивая славные иатовские традиции. Поздравляю всех, кто трудится сегодня в других местах, но по-прежнему ощущает себя частицей Института и болеет за него.

Директор ИПУ РАН  
академик РАН



С.Н. Васильев

*75-летию  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Института проблем управления имени В.А. Трапезникова  
Российской академии наук  
посвящается*



**75 ANN**

---

**V.A. TRAPEZNIKOV  
INSTITUTE OF CONTROL  
SCIENCES OF  
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES**



**Moscow  
ICS RAS  
2014**



**75 ЛЕТ**

---

**ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ  
им. В.А. Трапезникова  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**



**Москва  
ИПУ РАН  
2014**

УДК 007: 681.5: 681.3: 658.5  
ББК 32.81: 32.965: 20  
И57

**Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук : 75 лет = V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences : 75 ann / Рос. акад. наук, Ин-т пробл. упр. им. В.А. Трапезникова; [под общ. ред. и с предисловием С.Н. Васильева]. – М.: ИПУ РАН, 2014. – 638 с. – ISBN 978-5-91450-148-5.**

В книге рассказывается об истории и сегодняшнем дне Института проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук (ИПУ РАН), которому в июне 2014 г. исполнилось 75 лет. Приводятся краткие биографии многих ведущих учёных страны в области теории управления. Подробно охарактеризована программа исследований ИПУ РАН в целом и его лабораторий.

<b>Главный редактор:</b>	академик РАН С.Н. Васильев
<b>Зам. главного редактора:</b>	член-корреспондент РАН Д.А. Новиков
<b>Редакционная коллегия:</b>	И.Н. Барабанов, В.Н. Бурков, О.В. Васильева, Б.Г. Волик, А.А. Дорофеюк, В.Ю. Кнеллер, О.П. Кузнецов, В.В. Кульба, В.Г. Лебедев, В.А. Лотоцкий, А.С. Мандель, В.Н. Новосельцев, П.П. Пархоменко, Б.Т. Поляк, Е.Я. Рубинович, В.Ю. Рутковский
<b>Авторский коллектив:</b>	более ста сотрудников Института проблем управления РАН, ИСА РАН, ИППИ РАН, ИПИ РАН
<b>Автор компоновки и дизайна книги:</b>	А.С. Мандель
<b>Архивные фотографии:</b>	из архивов ИПУ РАН и семей В.А. Трапезникова, М.А. Айзермана, М.А. Красносельского, Е.С. Пятницкого, С.Я. Виленкина, а также архивов сотрудников ИПУ РАН
<b>Фотографии:</b>	В.М. Бабиков, В.М. Кондаков, М.В. Пятницкая
<b>Литературный редактор:</b>	Е.А. Казённова
<b>Корректор:</b>	Н.С. Самбу
<b>Рабочая группа:</b>	И.И. Барладян, Н.И. Борзенко, А.Б. Токмакова
<b>Компьютерная вёрстка:</b>	А.С. Мандель

*Редакционная коллегия выражает свою признательность всем, кто участвовал в написании, сборе и подготовке материалов для этой книги, а также всем службам Института, обеспечивавшим техническую, организационную и информационную поддержку проекта.*

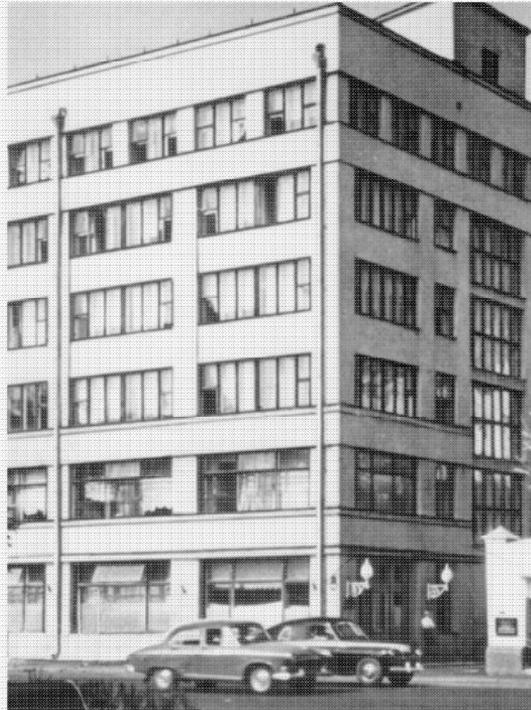
ISBN 978-5-91450-148-5

© ИНСТИТУТ  
ПРОБЛЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ **2014**

# СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
<b>История Института</b> .....	7
<b>Становление</b> .....	9
<b>«Эра Трапезникова»</b> .....	18
Управление космическими и летательными аппаратами .....	19
Теория терминальных систем управления .....	29
Теория инвариантности .....	32
Теория оптимального управления .....	41
Системы с переменной структурой .....	43
Теория дискретных систем .....	46
Релейные системы .....	47
Адаптивные и обучающиеся системы .....	48
Адаптивные системы с эталонной моделью .....	49
Робастные системы .....	51
Линейные системы: новые подходы .....	51
Стохастические робастные системы управления .....	53
Стохастическая теория управления .....	54
Теория идентификации .....	56
Автоматизация АПЛ Проекта 705 .....	58
Надёжность, живучесть, техногенная безопасность, эффективность .....	73
Автоматизированные информационно-управляющие системы (АИУС) .....	77
Технические средства и системы автоматизации .....	83
Человек в системе управления .....	101
Управление в биологии и медицине .....	102
Производственный комплекс и Вычислительный центр .....	105
<b>Время перемен</b> .....	110

	Стр.
<b>ИПУ РАН – XXI век</b> .....	115
<b>Новые времена</b> .....	117
<b>Учёный совет</b> .....	160
<b>Диссертационные советы</b> .....	163
<b>Экспертиза</b> .....	163
<b>Научные журналы</b> .....	167
<b>Система обучения в Институте</b> .....	185
Аспирантура и докторантура .....	185
Молодёжные научные школы .....	189
<b>Наши родственники</b> .....	192
<b>ИСА РАН</b> .....	195
<b>ИППИ РАН</b> .....	196
<b>ИПИ РАН</b> .....	198
<b>Научные и обеспечивающие подразделения</b> .....	202
<b>Наша элита</b> .....	423
<b>Иатовцы навсегда</b> .....	490
<b>Приложения</b> .....	615
<b>Постраничный указатель опубликованных в книге биографий</b> .....	635

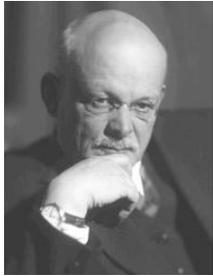


# ИСТОРИЯ ИНСТИТУТА





# СТАНОВЛЕНИЕ



**Александр  
Алексеевич  
Чернышёв**

История Института автоматики и телемеханики АН СССР (с 1969 г. – Институт проблем управления) начинается с 1934 г., когда Президиум АН СССР принял решение об организации в составе Технической группы Академии Комиссии по телемеханике и автоматике. Задача Комиссии состояла в координации работ по автоматическому управлению, в обобщении достигнутого опыта, в формулировании требующих решения проблем. Председателем Комиссии был назначен академик Александр Алексеевич Чернышёв (1882–1940) – специалист в области электротехники.

Деятельность Комиссии оказалась плодотворной. В 1935 г. состоялась весьма представительная (600 участников) первая Всесоюзная конференция по автоматике, телемеханике и диспетчеризации. В 1936 г. был учреждён журнал «Автоматика и телемеханика» – первый в мире печатный орган, специально посвящённый проблемам автоматического управления.

Комиссия привлекла научную и инженерную общественность к активной подготовке и обсуждению планов автоматизации народного хозяйства страны.

Но одна только научно-организаторская деятельность, основанная на общественных началах, уже была недостаточна. Бурное развитие техники, особенно авиации, имевшей большое значение для военного потенциала страны в предвоенные годы, требовало более активного проведения теоретических работ в области автоматики и телемеханики. Это было очевидным не только для Академии наук, но и для Правительства СССР.

Академик Виктор Сергеевич Кулебакин – отец авиационной электроэнергетики – стал инициатором преобразования в 1938 г. Комиссии в Комитет телемеханики и автоматики и был назначен его председателем. В 1939 г. В.С. Кулебакин добился решения Совнаркома об организации в составе Отделения технических наук АН СССР Института автоматики и телемеханики (ИАТ), став его директором. Таким образом, В.С. Кулебакин является основателем и первым директором ИАТа. Размещался тогда ИАТ в здании, которое вы ви-



## Из писем читателей

### НЕОБХОДИМ ИНСТИТУТ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ

В исторических решениях XVIII с'езда ВКП(б) даны директивы о завершении механизации трудящихся работ и широком внедрении автоматизации производства. Директивы эти имеют глубочайшее значение, так как они означают собой переход к новым формам труда, переход к технике коммунизма.

Указания с'езда партии об автоматизации обязывают не только промышленность, — они ставят огромные задачи и перед советской наукой. Надо прямо сказать, что до недавнего времени многие видные представители нашей науки стояли в стороне от автоматики и телемеханики. Мало того, они считали эти дисциплины рамками инженерного искусства и отказывались признавать автоматизацию и телемеханику технической наукой.

Одной из главных причин недостаточного медленного освоения и внедрения аппаратуры автоматического и телемеханического управления в наше народное хозяйство является неудовлетворительная организация научно-исследовательской деятельности в области автоматики и телемеханики.

Отсутствие стройной теоретической базы для расчета и проектирования автоматических и телемеханических приборов и аппаратов, распыленность и случайность научных исследований привели к тому, что в области использования автоматики и телемеханики мы отстаем от передовых капиталистических стран.

Насколько поверхностно относилась к этой важнейшей народнохозяйственной проблеме Академия наук, показывает тот факт, что до сих пор в системе Академии нет научно-исследовательского института, который занимался бы вопросами автоматики и телемеханики.

Существующий в составе Отделения технических наук комитет телемеханики и автоматики не располагает экспериментально-исследовательской базой и не является поэтому ведущим научно-техническим штабом автоматизации. При всей положительной роли комитета в смысле накопления и систематизации опыта он не мог осуществлять деловой увязки творческой работы ученых с плановым развитием всего народного хозяйства.

Для того, чтобы вести науку вперед, «двигать правильный тон... в теоретической работе по развитию передовой советской науки» (Молотов), необходимо основываться на экспериментальной базе, а значит, иметь свою лабораторно-экспериментальную базу.

Научные кадры для реорганизации комитета в Институт автоматики и телемеханики имеются. Оборудовать институт на первых порах можно путем использования лабораторий быв. групп технической физики, электроматинной лаборатории, переданной в пользование В. И. Коваленковым Академии наук СССР, и ряда лабораторий отраслевых институтов, развитие которых вышло за рамки данной отрасли (например, лаборатории телевидения Научно-Исследовательского института кино-фотопромышленности и др.). Специального строительства институт не потребует, так как для него может быть использовано постепенно освобожающееся здание Отделения технических наук.

Научно-исследовательский центр по борьбе за освоение автоматики и телемеханики должен быть создан незамедлительно. Этого требуют великие задачи третьей пятилетки.

Академик В. КУЛЕБАКИН.

**Статья В.С. Кулебакина в «Известиях» о необходимости создания Института автоматики и телемеханики**

дите ниже. В доме, где тогда располагалось Отделение технических наук АН СССР, Институту было предоставлено всего несколько комнат.

В.С. Кулебакин был выдающимся учёным, одним из первых военных лётчиков России, активно работал в Комиссии ГОЭЛРО, принимал участие в организации и становлении Государственного экспериментального электротехнического института; в Московском энергетическом институте создал кафедру и лабораторию электроаппаратостроения; в Военно-воздушной инженерной академии им. Н.Е. Жуковского организовал факультет и кафедру.

При организации Института в его составе были 22 сотрудника, в числе которых – выдающиеся советские учёные: Б.Н. Петров (будущий академик), М.А. Гаврилов (будущий член-корреспондент АН СССР), профессор Н.Н. Шумиловский, профессор В.Л. Лоссиевский, профессор Г.В. Щипанов и др.

Перед Институтом была поставлена задача развернуть фундаментальные исследования в области теории автоматического регулирования и создания элементов автоматических устройств. С первых же шагов возникла проблема кадров, так как специалистов в области автоматического управления в стране практически не было, поэтому Институт взялся за выращивание их в своих стенах. В.С. Кулебакин понимал, что для развития теории регулирования необходима высочайшая математическая подготовка. С этой целью в 1940 г. В.С. Кулебакин пригласил на работу в Институт выдающегося математика, создателя Московской математической школы академика Николая Николаевича Лузина, объявленного в 1936 г. «врагом в советской маске». Это было связано с тем, что Н.Н. Лузин отказался подписать обращение советских учёных к зарубежным коллегам по поводу процесса Промпартии, и партийные функционеры организовали против него настоящую травлю. В результате Н.Н. Лузин к 1940 г. оказался без работы и средств к существованию. Будучи смелым и решительным человеком, В.С. Кулебакин, несмотря на протесты высших партийных организаций, зачислил учёного в штат Института.

Н.Н. Лузин сыграл огромную роль в подготовке научных кадров Института. Он читал лекции по университетскому курсу математики для сотрудников, аспирантов и докторантов, приглашал сотрудников к себе домой и персонально 2–3 раза в неделю занимался с



**Виктор Сергеевич  
Кулебакин**



**«Родовое гнездо» Института –  
здание в Малом Харитоньевском  
переулке Москвы**

ними. Б.Н. Петров, ученик Н.Н. Лузина, вёл семинарские занятия. Одновременно с этим Н.Н. Лузин выполнил весьма интересные работы по матричной теории дифференциальных уравнений, исследования по решению векового уравнения, по приближённому интегрированию дифференциальных уравнений методом С.А. Чаплыгина.

Однако первые годы становления Института оказались очень сложными. В 1939 г. Г.В. Щипанов опубликовал в журнале «Автоматика и телемеханика» статью, в которой сформулировал «условия компенсации». Как утверждал автор, при выполнении этих условий система управления

не реагирует на приложенное внешнее возмущение. Работа Г.В. Щипанова вызвала широкую дискуссию, в которой приняли участие крупные математики и механики. В 1940 г. была создана Комиссия АН СССР, которая признала, что условия компенсации приводят к абсурдным выводам и не соответствуют реально осуществимым регуляторам. При этом Комиссия констатировала особое мнение В.С. Кулебакина и Н.Н. Лузина, сводившееся к тому, что по задаче компенсации возмущений необходимы дальнейшие исследования. В 1941 г. в журнале «Большевик» была опубликована статья, в которой утверждалось, что в ИАТе занимаются чем-то вроде «вечного двигателя» и что лженаучная деятельность Института приносит огромный вред стране. В результате Г.В. Щипанов был уволен и работы, связанные с его теорией, должны были прекратиться.



**Георгий Владимирович  
Щипанов**

Но В.С. Кулебакин, Н.Н. Лузин, Б.Н. Петров поняли идею Г.В. Щипанова. В то время как большинство учёных у нас в стране и за рубежом исследовали только проблему устойчивости системы регулирования, а работы по исследованию качества процесса регулирования ещё только начинались, Г.В. Щипанов уже поставил задачу синтеза регулятора, сделав это первым в мире. В.С. Кулебакин, Н.Н. Лузин (позднее к ним присоединился Б.Н. Петров) продолжили исследования в этой области. В 1940 г. Н.Н. Лузин дал строгое математическое толкование условиям компенсации и ввёл термин «условия инвариантности». Впоследствии в научной литературе всё направление, связанное с исследованием условий Г.В. Щипанова, получило название «теория инвариантности». В 1948 г. В.С. Кулебакин показал, что мостиковая схема удовлетворяет условиям абсолютной инвариантности. В 1953 г. Б.Н. Петров получил необходимые условия физической осуществимости условий абсолютной инвариантности (критерий двухканальности Б.Н. Петрова). В 1960 г. Комиссия в составе А.А. Дородницына, А.Ю. Ишлинского и Б.Н. Петрова пришла к заключению, что ошибка Г.В. Щипанова состояла не в формулировке условий компенсации, а в применении этих условий к расчёту простейшей одноконтурной (одноканальной) системы. Кстати сказать, Г.В. Щипанов сам говорил, что одноконтурная система «бедна, как



**Николай Николаевич  
Лузин**

пустыня». В 1966 г. условия компенсации Г.В. Щипанова были признаны открытием с приоритетом от апреля 1939 г.

Однако дискуссия по работе Г.В. Щипанова тяжело отразилась на развитии ИАТа, за которым надолго закрепился ярлык «лженаучного».

В 1940 г. Институт организовал 1-е Всесоюзное совещание по теории регулирования, которое открылось программным докладом В.С. Кулебакина. Совещание привлекло внимание учёных всех научных центров нашей страны, занимавшихся проектированием регуляторов и их элементов. Это совещание дало мощный импульс развитию теории регулирования, а также конструированию регуляторов и их элементов.

На совещание «заглянул» будущий академик, а впоследствии сотрудник Института автоматики и телемеханики Александр Александрович Андронов – известный физик, один из создателей научной школы в теории нелинейных колебаний. Прослушав ряд докладов, он понял, что теория автоматического управления является новой и важной областью приложения результатов теории нелинейных колебаний.



**Валентин Иванович  
Коваленков**

С началом войны часть научных сотрудников ушла на фронт. В сентябре Институт был эвакуирован в г. Ульяновск. Возглавил его в этот период, формально оставаясь заместителем директора Института, профессор Александр Фёдорович Шорин – специалист в области телемеханики и связи. Через месяц он умер и директором был назначен член-корреспондент АН СССР Валентин Иванович Коваленков, известный работами по проводной связи.



**Александр  
Фёдорович  
Шорин**

В условиях военного времени выделились актуальные проблемы: автоматический контроль массовых изделий, разработка датчиков и системы борьбы с минной опасностью.

Работы по автоматическому контролю массовых изделий возглавил д.т.н., профессор В.А. Трапезников (1905–1994), будущий академик и директор Института, пришедший на работу в ИАТ в июле 1941 г. Главным исполнителем был молодой инженер Б.Н. Петров, которым были разработаны основы теории электроконтактного метода контроля размеров и геометрической формы изделий. Им же разработан вибрационный электроконтактный измеритель, на базе которого к концу 1942 г. В.А. Трапезниковым и Б.Н. Петровым была создана и внедрена в производство серия автоматов для контроля и отбраковки патронных гильз крупного калибра. Станок «ЛОГ» – локального обмера гильз – много лет спустя демонстрировался в Политехническом музее Москвы.

С 1942 г., под руководством Б.С. Сотскова (со временем он станет д.т.н., профессором, членом-корреспондентом АН СССР), Н.Н. Шумиловским (которому



**ИАТ в 1941-1943 гг. (г. Ульяновск)**

разрабатывала способы борьбы с помехами применительно к задачам управления подвижными объектами.

Естественно, многие сотрудники ИАТа, в том числе будущие, в это время находились на фронте. Среди них были и те, кому впоследствии предстояло стать корифеями науки управления: М.А. Айзерман, П.П. Пархоменко, Э.А. Трахтенгерц, Я.З. Цыпкин и многие другие. О тех, кто ещё здравствует, напоминает галерея фотографий на втором этаже лабораторного корпуса, или – как его зовут в Институте – КОНа (корпуса общего назначения). Увы, сегодня эта фотогалерея совсем коротенькая.



**Почётная доска  
ветеранов войны**

В 1943 г. Институт возвратился в Москву.



**Здание ИАТа  
на Ленинградском проспекте**

К концу 1945 г. комнаты в здании в Малом Харитоньевском переулке уже не могли вместить всех сотрудников, и встал вопрос о необходимости получения нового помещения. Ещё в 1939 г. В.С. Кулебакин «пробил» Постановление Правительства о строительстве для Института специального здания. Но по окончании строительства здание отдали Институту точной механики и вычислительной техники АН СССР. Немалую роль при этом сыграл прилипший к Институту автоматика и телемеханики ярлык «лженаучности» проводимых здесь исследований, а также сложившееся в высших академических кругах мнение, что для нашей страны гораздо важнее быстрое развитие вычислительной техники. В результате Институту предоставили всего лишь часть здания бывшего ресторана «Спорт» на Ленинградском проспекте

те.



**Александр Александрович  
Андронов**

Важной вехой в развитии Института был так называемый «андроновский период», начавшийся с 1944 г. после зачисления на работу академика А.А. Андропова. Глубокие знания академика в области физики и механики и замечательные личные качества сплотили вокруг него группу молодых учёных, впоследствии ставших ведущими учёными страны (Я.З. Цыпкин, В.В. Петров, М.А. Айзерман, М.В. Мееров и др.).

Особую роль сыграл организованный Андроновым семинар. Это было собрание ярких и очень талантливых учёных. На андроновский семинар в Институт приезжали инженеры и научные работники

со всей страны, здесь встречались молодые специалисты, вчерашние выпускники вузов, и известные учёные, уже получившие важные результаты в области теории автоматического регулирования. На семинаре царил дух творчества, регулярно и порою нелицеприятно обсуждались научные результаты, участники не боялись по-настоящему острой, но объективной критики. Семинар стал подлинной «высшей школой» в области управления для многих «иатовцев»\* и гостей – участников из других организаций нашей страны.

В первые послевоенные годы в Институте была создана теория релейно-контактных схем. Михаилу Александровичу Гаврилову удалось найти математический аппарат – алгебру логики, отображающую соотношения, реализующиеся в релейно-контактных схемах. Был предложен язык «таблиц включения», разработана методика преобразования параллельно-последовательных и мостиковых схем со специализированными элементами и с релейно-контактными элементами общего вида. Однако, как и в случае с Г.В. Щипановым, далеко не все учёные поняли и приняли теорию М.А. Гаврилова. Нашлись недобросовестные люди из числа высокопоставленных деятелей науки, вспомнившие о «лженаучных» трудах Института, которые принялись громить теорию релейно-контактных схем. Правда, в данном случае обошлось без Комиссии АН СССР и публикаций в партийной печати. Тем не менее долгое время не удавалось поставить защиту докторской диссертации М.А. Гаврилова на Учёном совете Института. Когда в 1946 г. после вмешательства академика А.И. Берга эта



**Михаил Александрович  
Гаврилов**

\* Так в те времена и долгие годы спустя называли сотрудников Института.

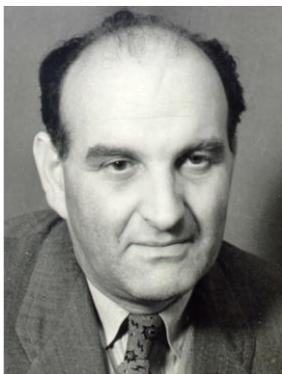
защита состоялась, то выступивший на гавриловской защите Аксель Иванович сказал: «Мы присутствуем при величайшем открытии современности, которое совершит революцию в технике». Диссертация была успешно защищена.

В 1947 г. директором Института был назначен Борис Николаевич Петров. Институт уже с 1946 г. значительно пополнился способными научными сотрудниками. Продолжала интенсивно развиваться теория линейных систем регулирования. Ещё в 1940 г. В.С. Кулебакиным была введена простейшая интегральная оценка в задачах исследования качества процессов регулирования и поставлена проблема выбора коэффициентов регулятора из условия заданных значений корней характеристического уравнения. Несколько позже Б.Н. Петровым была разработана алгебра структурных преобразований.



**Борис Николаевич  
Петров**

Начиная с 1947 г. в работах учёных Института рассматривались системы с запаздыванием; системы с распределёнными параметрами; развивалась теория импульсных систем, которая положила начало теории дискретных и цифровых систем управления. Эти исследования были выполнены Я.З. Цыпкиным, впоследствии академиком РАН, лауреатом Ленинской премии. Работы учёных Института послужили основой для формирования отечественной частотной школы в теории регулирования. Так, д.т.н., профессором В.В. Солодовниковым были развиты частотные критерии устойчивости линейных систем, метод трапецеидальных частотных характеристик построения переходных процессов, метод исследования качества процессов регулирования и метод синтеза корректирующих устройств на основе логарифмических частотных характеристик, полученные первые результаты по статистической динамике линейных систем. Выполнялись оригинальные исследования в области теории устойчивости систем, допускающих бесконечно большой коэффициент усиления (М.В. Мееров, впоследствии д.т.н., профессор); было сформулировано понятие структурной устойчивости и получены условия существования этого типа устойчивости (М.А. Айзерман, впоследствии д.т.н., профессор, лауреат Ленинской премии); проводились исследования процессов регулирования при возмущениях, ограниченных по модулю (Г.М. Уланов, впоследствии д.т.н., профессор, лауреат Государственных премий СССР).



**Марк Аронович  
Айзерман**

Большое значение имели работы по теории нелинейных систем. Так, Я.З. Цыпкиным были разработаны точные методы исследования релейных систем; В.В. Петровым, впоследствии членом-корреспондентом РАН, лауреатом Государственной премии СССР, и Г.М. Улановым построена теория релейных одно- и двух-



**Александр Михайлович  
Лётов**

каскадных сервомеханизмов. М.А. Айзерман исследовал влияние сил сухого трения на процессы регулирования. А.М. Лётов (впоследствии член-корреспондент АН СССР, лауреат Государственной премии СССР) разработал ряд оригинальных и эффективных методов построения функций Ляпунова для установившихся и неуставившихся движений нелинейных систем регулирования.

Проводились работы по созданию аналоговых вычислительных систем (В.А. Трапезников, Б.Я. Коган – впоследствии д.т.н., профессор, и др.). Первая в СССР электронная моделирующая установка (ЭМУ-1) была создана в 1949 г.

Важные работы выполнялись по проблеме автоматизированного электропривода (В.С. Кулебакин и др.); по чувствительным элементам и датчикам систем управления, по релейным элементам и электромагнитам (Б.С. Сотсков, Д.И. Агейкин – впоследствии д.т.н., профессор, лауреат

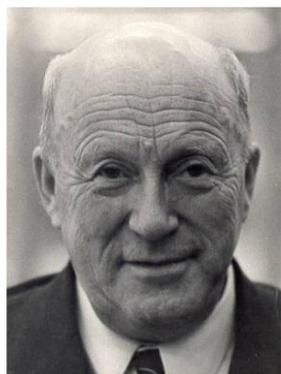
Государственной премии СССР, и др.); по теории магнитных усилителей (Б.С. Сотсков, М.А. Розенблат – впоследствии д.т.н., профессор, Е.К. Круг – впоследствии д.т.н., и др.), послужившей основой для создания первой отечественной общепромышленной серии магнитных усилителей (1949–1950).

Большое практическое значение имели работы по автоматизации и созданию элементов систем автоматического контроля бурения скважин и нефтедобычи (Н.Н. Шумиловский); по управлению различными типами технологических процессов (В.Л. Лоссиевский – впоследствии д.т.н., профессор); по асинхронным двигателям и электронным регуляторам для управления электроприводами (А.А. Булгаков – впоследствии д.т.н., профессор). Был выдвинут агрегатный принцип построения системы автоматических устройств как единого комплекса, удовлетворяющего требованиям различных отраслей промышленности (В.А. Трапезников, А.Я. Лернер – впоследствии д.т.н., профессор, Е.К. Круг и др.).

Институт получил широкую известность во многих научно-исследовательских и промышленных организациях страны. В 1950 г. С.П. Королёв и В.П. Глушко обратились в Институт с просьбой провести исследования и разработку систем управления для первой межконтинентальной ракеты Р-7. Под руководством Б.Н. Петрова начались работы по управлению жидкостными ракетными двигателя-



**Борис Яковлевич  
Коган**



**Борис Степанович  
Сотсков**

ми, которые положили начало научным исследованиям Института по управлению летательными аппаратами и внесли большой вклад в развитие космической техники в нашей стране.

Однако в том же году возник очередной и наиболее драматичный эпизод в становлении и развитии Института. Вновь нашлись люди, не забывшие о дискуссиях по работам Г.В. Щипанова и М.А. Гаврилова, о «лженаучных» работах в Институте автоматики и телемеханики. Несмотря на то что в Институте успешно развивались все новые направления теории автоматического регулирования, были созданы первая в СССР электронная аналоговая вычислительная машина, серия магнитных усилителей, пневматическая система управления компрессорными скважинами, система автоматического управления технологическими агрегатами бетонных заводов, начаты работы по космической технике и многое-многое другое и учитывая, что Институт внёс огромный вклад в эффективную работу оборонной промышленности в годы войны, Академия наук СССР решила перевести Институт из Москвы в Ленинград. Всё это означало только одно – уничтожение Института в его звёздном составе, поскольку ведущие учёные-иатовцы уже подыскивали в Москве новые места работы.

В Ленинграде создание Института автоматики и телемеханики пришлось бы начинать с нуля. В сложившейся ситуации директор Института Б.Н. Петров проявил яркий дипломатический талант и добился, чтобы Институт посетил заведующий отделом науки ЦК КПСС Ю.А. Жданов. Существенную помощь в организации этого визита оказал беспартийному Б.Н. Петрову секретарь партбюро Института и один из его первых сотрудников Д.Я. Либенсон (ушёл из жизни в 1963 г.). Ю.А. Жданов провёл в Институте целый рабочий день, посетил все лаборатории и высоко оценил значение проводимых фундаментальных работ в области управления для развития страны, включая её оборонную промышленность.

После визита Ю.А. Жданова вопрос о переводе в Ленинград был снят, было также предано забвению клише о «лженаучности» работ Института автоматики и телемеханики.

Таким образом, к 1951 г., окончанию срока пребывания Б.Н. Петрова на посту директора в Институте, был создан очень сильный коллектив учёных. Фактически Институт стал ведущим центром в СССР по созданию новой и актуальной теории автоматического управления, элементов и систем управления во многих ведущих отраслях промышленности.



**Здание Института  
на Каланчёвской улице**

## «ЭРА ТРАПЕЗНИКОВА»



**Вадим Александрович Трапезников** В 1951 г. директором ИАТа был назначен заведующий лабораторией № 9 доктор технических наук, профессор Вадим Александрович Трапезников, работавший в Институте уже 10 лет. К этому времени серьёзные нападки партийных органов на ИАТ прекратились. «Лженауки» (типа «злокозненной» генетики) обнаружено не было. Однако предстояло прожить ещё почти два года, чтобы открылась перспектива созидательной работы.

В начале 50-х годов в стране разгоралась новая кампания – по «борьбе с космополитизмом». Институт были вынуждены покинуть такие сотрудники, как А.Я. Лернер, М.А. Розенблат и многие другие...

Начиная с 1953 г. Вадим Александрович принялся за возрождение нормальной жизни. Постепенно, год за годом, он возвращал в ИАТ всех, кто был несправедливо уволен. Не менее методично (и так же не спеша) избавлялся от тех, кто был особенно ретив в период

гонений. Когда В.А. Трапезников рассказывал об этом периоде жизни ИАТа, было заметно, что он гордится тем, как восстанавливал в стенах Института творческую атмосферу, очищенную от интриг и взаимного недоброжелательства, и воссоздавал многоликий – как вся страна, – высокопрофессиональный и дружный коллектив.

Итак, начиная с 1953 г. перед ИАТом открылись новые перспективы, но эти потенциальные возможности ещё предстояло воплотить в жизнь. Необходимо было обеспечить эффективную работу коллектива и рост авторитета Института в мире. Главными факторами будущего успеха стали профессионализм и сила воли директора. Сегодня, по прошествии многих лет, можно смело утверждать, что Вадиму Александровичу удалось всё намеченное.

В период 1951–1987 гг. (который мы назвали «эрой Трапезникова») наряду с расширением работ по изучению динамики систем (в основном дискретных и нелинейных) и продолжением разработок по созданию новых технических средств моделирования и автоматизации учёные ИАТа обратили внимание и на ряд принципиально новых задач, связанных с анализом и синтезом систем управления. Были инициированы исследования по многим основополагающим проблемам современной теории управления, теории и методам обеспечения работоспособности управляющих систем, теории и методам оценки и принятия решений по векторным критериям.

В теории управления наиболее весомые результаты удалось получить по решению следующих проблем:

- оценивание координат и параметров объектов в условиях действия помех (теория фильтрации);
- построение математической модели процессов, протекающих в управляемом объекте (теория идентификации);
- формирование оптимальных, адаптивных, робастных и терминальных алгоритмов управления;
- анализ процессов в дискретных системах (релейных, импульсных, цифровых);
- исследование роли человека в системе управления.

В теории обеспечения работоспособности систем управления на стадии их эксплуатации были разработаны методы технического диагностирования, методы анализа и обеспечения надёжности, живучести и эффективности.

Значительное место в работах Института отводилось решению теоретических и технических проблем автоматизации объектов различной природы, главным образом, крупных технических комплексов. Как правило, эти работы проводились при непосредственном участии специалистов Института в процессе масштабной автоматизации подобных объектов. Нередко наши учёные включались в подобные работы в качестве научных руководителей. Наибольший вклад был внесён в автоматизацию ракетно-космической техники, кораблей атомного флота, авиационных и морских транспортных систем, объектов цементного, нефтехимического и металлургического производств.

Теоретические и прикладные работы велись при постоянном обмене творческими идеями, взглядами на проблемы и конкретными прикладными результатами. Этому в немалой степени способствовала атмосфера доброжелательности и творческого сотрудничества, созданная и поддерживаемая Вадимом Александровичем, ведущими сотрудниками и общественными организациями Института.

В публикуемых далее заметках раскрывается история развития некоторых важнейших направлений исследований в Институте в «эру Трапезникова» и рассказывается о работе над многими темами, включая их продолжение и развитие в новое время.

## **Управление космическими и летательными аппаратами**

Работы по космической тематике в Институте были начаты по просьбе С.П. Королёва и В.П. Глушко в 1951 г. Руководителем работы стал Б.Н. Петров, тогда молодой доктор наук, профессор, а впоследствии академик АН СССР, Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и Государственных премий СССР.

Начались исследования с анализа жидкостного ракетного двигателя (ЖРД) как объекта управления. Эти первые исследования выполнили Ю.П. Портнов-Соколов (1921–2004 гг.; впоследствии д.т.н., проф., заслуженный деятель науки РФ, лауреат Государственных премий СССР), Н.Н. Михайлов и М.В. Пустошкина. В 1953 г. в Институте выпустили проект в семи томах, где были представлены результаты исследований динамики ЖРД на основе полных уравнений движения и получены



**В.П. Глушко и Б.Н. Петров**

первые результаты по решению проблемы управления расходом топлива, проектированию системы опорожнения баков, системы регулирования кажущейся скорости, а также рассматривались возможные типы исполнительных механизмов в системах управления ракетой. Исполнителями проекта были Ю.П. Портнов-Соколов; член-корреспондент АН СССР, лауреат Государственной премии СССР В.В. Петров (1912–2003), С.В. Емельянов (ныне академик РАН, лауреат Ленинской и Государственных премий СССР и РФ, лауреат премий Совета министров СССР и

РФ); В.Ю. Рутковский (ныне д.т.н., проф., заслуженный деятель науки РФ, лауреат Государственных премий СССР); Г.М. Уланов (впоследствии д.т.н., проф., лауреат Государственных премий СССР), И.Н. Крутова (ныне д.т.н., проф., заслуженный деятель науки РФ, лауреат Государственной премии СССР) и др.

Проект обсуждался на заседании Комиссии Президиума АН СССР под председательством академика М.В. Келдыша. С докладом выступил руководитель проекта и его непосредственный исполнитель Б.Н. Петров. Работа получила высокую оценку М.В. Келдыша, академиков Б.С. Стечкина и В.П. Мишина – первого заместителя С.П. Королёва.

В 1954 г. Институту автоматики и телемеханики Постановлением Правительства было поручено возглавить исследования в части управления двигательной установкой разрабатываемой С.П. Королёвым межконтинентальной составной двухступенчатой ракеты Р-7. Научным руководителем был назначен Б.Н. Петров.

Проблема построения систем управления тягой ЖРД и синхронизации опорожнения баков ракеты сложной архитектуры являлась чрезвычайно актуальной задачей, а её решение сопровождалось немалыми трудностями, которые всегда сопутствуют созданию принципиально новых систем – «с нуля», при полном отсутствии прототипов систем и серьёзных литературных источников.

Работы Б.Н. Петрова и его учеников, посвящённые методологии разработки математических моделей ЖРД,



**Б.Н. Петров, С.П. Королёв и В.П. Мишин  
(тогда первый зам. Королёва)**

анализу динамики двигателя как объекта управления и исследованию проблемы управляемости ЖРД, имели первостепенное значение. Они составили важнейший раздел теории ЖРД, в который вошло значительное число принципиально новых теоретических задач, возникших при создании ракеты Р-7 и всех последующих крупных жидкостных ракет.

Как динамическое звено, ЖРД стал составной частью систем управления тягой, систем регулирования опорожнения баков и синхронизации расхода топлива в ракетах пакетной архитектуры.

Разработанная Б.Н. Петровым, Ю.П. Портновым-Соколовым, к.т.н. В.Н. Марковым и к.т.н. А.Н. Чацкиным методика электронного моделирования ЖРД на аналоговых ЭВМ (цифровых ЭВМ ещё попросту не было) существенно ускорила поиск способов решения проблемы продольной неустойчивости ракеты Р-7. По сути, это был первый проход через настоящую «terra incognita».

Шёл 1958 г., наша страна готовилась к полёту на Луну первой автоматической межпланетной станции «Мечта», но из-за взрывов ракет при испытательных пусках официальный старт неоднократно откладывался. И вот усилиями большого коллектива учёных и конструкторов природа этой сложнейшей проблемы была наконец осмыслена. Являясь источником колоссальной энергии, ЖРД входит в колебательный контур, который включает трубопроводы и конструкцию ракеты. Поэтому при возникновении резонанса разрушалась вся ракета. Разработанная Б.Н. Петровым методика имитационного моделирования ЖРД позволила существенно ускорить поиск причины возникавших катастроф и найти средства их предотвращения.

Глубокое понимание динамики ЖРД и умение выполнить корректное упрощение описывающих её сложных уравнений дали возможность осуществить аналоговое моделирование системы регулирования кажущейся скорости. Оказалось, что из-за наличия ряда нелинейностей в системе регулирования соотношения компонентов топлива ЖРД возникали автоколебания дросселя в магистрали компонента. После того как моделирование системы с ЖРД в замкнутом контуре было завершено, это опасное явление удалось устранить. Затем последовало и теоретическое исследование деталей этого феномена. И вновь к искомому результату – осмыслению способов борьбы с автоколебаниями дросселя – привела разумная упрощающая аппроксимация сложных уравнений работы двигателя.

В 1954 г. Правительством был выпущен ряд постановлений в обеспечение процесса создания межконтинентальной ракеты. В частности, было поручено создать беспоплавковые бортовые измерители уровня компонентов высокой точности, предназначенные для установки в системе опорожнения баков. К работе были привлечены многие специализированные организации.

В рамках этой работы, которая в стенах ИАТа велась под руководством Б.Н. Петрова, в Институте был создан эндовибраторный датчик (Л.Г. Палевич, В.А. Викторов – ныне д.т.н., работал в Институте до 1977 г.) и проведены поисковые работы по изучению прототипа емкостной чувствительной точки. Было изучено влияние крайне низких температур на работу датчика, при этом учитывалась неопределённость распределения компонентов топлива в баках. Здесь же, в ИАТе, были выполнены первые работы по поиску рациональных характеристик управляющих органов – дросселей системы опорожнения баков и регулирования соотношения компонентов топлива в магистралях ЖРД.

В целом, Б.Н. Петров взял на себя ответственность за идеологию создания принципиально новых терминальных систем управления расходом топлива ЖРД. За счёт резкого сокращения гарантийных запасов топлива подобные системы существенно повышали энергетику ракеты. Следует отметить, что Б.Н. Петров был научным руководителем работ по таким системам для всех крупных жидкостных ракет, начиная с королёвской Р-7, и для последующих крупных боевых ракет и ракет-носителей космических аппаратов.

В это же время в связи с созданием систем регулирования опорожнения баков и синхронизации расхода топлива, которые являются типичными примерами бортовых терминальных систем управления, Б.Н. Петровым, Ю.П. Портновым-Соколовым, будущими д.т.н. А.Я. Андриенко, В.П. Ивановым и другими были начаты исследования по теории терминального управления, рассказу о которой посвящён следующий раздел данной части книги.

В 1952–1954 гг. в Институте были получены конструктивные результаты по новой по тем временам системе стабилизации углового положения ракеты пакетной схемы с помощью рассогласования тяг ЖРД боковых блоков (Б.Н. Петров, В.Ю. Рутковский). Идея такого способа управления ракетой была впервые высказана В.П. Мишиным. В то время его идея была встречена довольно прохладно, однако сегодня этот способ управления нашёл достаточно широкое применение.



**Открытие мемориальной доски в память о Б.Н. Петрове**

В 1980 г. Б.Н. Петров ушёл из жизни. Работы по системам управления ЖРД в Институте возглавил Ю.П. Портнов-Соколов. Под его руководством была завершена разработка общей концепции совершенствования средствами управления энергетических характеристик жидкостных ракет-носителей (РН) (А.Я. Андриенко, В.П. Иванов). Согласно этой концепции, при выведении РН с заданными

характеристиками необходимо управлять:

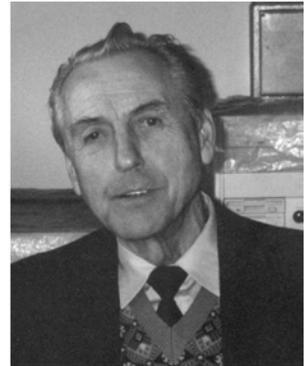
- режимом работы двигателей ракетных блоков (тягой и соотношением расходов компонентов топлива);
- моментами времени включения и выключения двигателей;
- межблочным перетеканием жидкого топлива (в случае гидросвязи между ракетными блоками РН) и другими процессами с тем, чтобы обеспечить выведение на целевую орбиту полезного груза как можно большей массы.

При реализации этой концепции было сформировано обширное семейство систем управления расходом топлива (СУРТ) – свыше пятнадцати типов, различающихся по составу используемой бортовой информации, исполнительных органов, бортовых алгоритмов управления и пр. Большая часть этих систем либо была реализована практически при создании РН «Энергия», «Зенит-2S», «Зенит-3SL» (для международной программы «Морской старт») и «Протон-М» (при участии В.А. Жукова, к.т.н. В.К. Завадского и др.), либо нашла отражение в перспективных проектах систем для РН «Ангара», «Единство», «Союз-2», «Ямал», «Аврора», «Онега» (В.А. Жуков, В.К. Завадский, к.т.н. А.А. Муранов, к.т.н. А.И. Чадаев и др.).

На рубеже столетий был выполнен цикл научных работ по обеспечению

безопасности средств управления ракетно-космической техникой в соответствии с общепринятой концепцией приемлемого риска, доработанной при учёте чрезвычайно высокой энергетической и информационной напряжённости рассматриваемых объектов (А.Я. Андриенко, В.П. Иванов). Работы данного цикла исходят из приоритета критерия безопасности на всех этапах жизненного цикла объектов ракетно-космической техники и из необходимости использования здесь всех видов управления: традиционного управления в бортовых системах, управления проектно-техническими решениями, эксплуатационно-технического управления и др.

Научные результаты этих работ реализованы в современных разработках ракетно-космической техники (с участием В.А. Жукова, В.К. Завадского и др.). В частности, созданная в ИПУ методика сравнительного анализа вариантов проектного облика по уровню безопасности была апробирована в ГК НППЦ им. М.В. Хруничева применительно к РН «Ангара». Кроме того, при проектной разработке семейства РН «Ангара» реализованы новые технологии построения пневмогидравлических систем подачи топлива с использованием новых непрерывных датчиков давления и алгоритмических средств диагностики и парирования отказов в каналах измерения и исполнительных органах.



**Владислав Юльевич  
Рутковский**

В состав модернизированного варианта РН «Протон» введена система управления выработкой топлива и выключением двигателей ступеней, позволяющая существенно снизить уровень экологически неблагоприятных остатков компонентов топлива. Созданные в ИПУ методики наземной отработки бортового программного обеспечения и анализа фрагментов телеметрической информации при лётных испытаниях используются для повышения безопасности эксплуатации отдельных бортовых систем РН «Протон-М» и «Союз-В».

В последние годы Институт принял участие в выполнении программы введения в эксплуатацию вместо ракет-носителей «Спутник», «Восток», «Молния», «Союз-В» и «Союз ФГ» новой ракеты-носителя «Союз-2», обеспечившей успешное выведение на орбиту космических аппаратов «Метон», «Меридиан» и «Коро».

С 1956 г. важным направлением работ Института, также выполнявшимся под руководством Б.Н. Петрова, стала разработка теории и самих систем управления искусственными спутниками Земли (ИСЗ) (В.Ю. Рутковский; д.т.н., проф. В.И. Попов; к.т.н. В.С. Косиков; д.т.н., лауреат Государственной премии СССР Б.В. Павлов; д.т.н. В.М. Суханов и др.).

По инициативе академика Д.Е. Охоцимского в конце 50-х гг. в нашей стране начали создаваться гравитационные системы ориентации ИСЗ. Это пассивные системы, не требующие расхода какого-либо вида энергии для создания восстанавливающих моментов. Однако при отделении спутника от ракеты-носителя возникали столь значительные возмущения, что понадобилась простая и экономичная система предварительного успокоения.

В Институте проблем управления были разработаны структура и теория оригинальной релейной системы предварительного успокоения, в которой высокая экономичность достигалась за счёт введения специальной связи, компенсирующей

петлю гистерезиса релейной характеристики, и посредством выбора соответствующего соотношения между ограничениями датчиков угловой скорости и углового положения ИСЗ. В связи с тем влиянием, которое оказывали на динамику системы и расход потребляемой энергии изгибные колебания штанги гравитационного стабилизатора, пришлось поставить и решить специальную задачу коррекции закона управления.

Дальнейшее развитие этого направления было связано с разработкой теории и систем управления деформируемых космических аппаратов (ДКА). К последним относятся ИСЗ с присоединёнными гибкими элементами (большие панели солнечных батарей, выносные радиоантенны).

При управлении нежесткость конструкции ДКА порождает новые проблемы, которые тем серьезнее, чем ниже степень конструктивной жесткости и чем выше интенсивность управляющих воздействий. Особенно опасным оказывается взаимодействие регулятора с упругими колебаниями ДКА в случае релейного управления, когда периодически повторяющиеся «ударные» нагрузки управляющего воздействия могут привести к неконтролируемому нарастанию амплитуды упругих колебаний до того критического значения, при котором происходят «захват регулятора» и связанная с этим потеря устойчивости движения ДКА. При этом следует отметить, что в полёте режимы с релейными управлениями занимают весьма продолжительное время практически для всех типов ДКА с длительным сроком активной жизни (разгрузка гироскопов, стабилизация углового положения при коррекции орбиты).

В связи с этим В.Ю. Рутковским и В.М. Сухановым была предложена модально-физическая форма математической модели ДКА, исследование динамики которой и синтез релейной системы ориентации упругим объектом могли быть осуществлены на основе разработанного ими математического аппарата, названного методом фазовой биплоскости. Данный метод позволил осмыслить роль фазовых соотношений во взаимодействии управления с изгибными колебаниями конструкции ДКА и изучить порождаемый этими колебаниями процесс потери устойчивости движения. В результате была определена величина критического значения амплитуды колебаний конструкции, при которой происходит «захват регулятора» колебаниями. Был выявлен закон распределения случайных значений фазы доминирующей моды в моменты переключения регулятора и предложены два типа алгоритмов (амплитудный и фазовый) стабилизации колебаний.

В период 1957–1980 гг. все исследования по ИСЗ, проводившиеся под руководством Б.Н. Петрова, а с 1980 г. – под руководством В.Ю. Рутковского, осуществлялись в тесном взаимодействии с НПО прикладной механики (главный конструктор – академик М.Ф. Решетнёв) и нашли практическое применение при проектировании и создании систем управления ориентацией спутников связи на геосинхронной орбите серий «Радуга» и «Горизонт», спутников непосредственного телевидения серии «Экран», ряда большемерных спутников серии «Луч 1».

В последние годы была решена проблема совместного оценивания координат движения объектов космической техники, обладающих нежесткой конструкцией (ДКА), на основе использования модально-физических моделей таких объектов с привлечением алгоритмов, построенных на базе объединения методов калмановской фильтрации и теории проверки статистических гипотез (В.М. Суханов, к.т.н. Т.В. Ермилова, к.т.н. А.С. Ермилов, к.т.н. В.Г. Борисов).

Предложена дискретная адаптивная система управления ДКА и построена методика её исследования с использованием дискретных аналогов теорем Ляпунова, при этом выполнен синтез алгоритма адаптации на базе нечёткой логики (И.Н. Крутова, д.т.н. В.М. Глумов).

Разработаны приближённые модели ДКА, опирающиеся на оценки огибающей упругих колебаний (В.М. Суханов, к.т.н. А.В. Силаев), предложена графовая модель ДКА «зонтичного» типа (В.М. Суханов, И.Н. Крутова, В.М. Глумов). Разработана адаптивная система автономного управления самолётом при полётах на больших углах атаки (к.т.н. Е.М. Фирсова).

В 1957 г. по просьбе главного конструктора ОКБ «Факел» академика П.Д. Грушина в Институте начались работы по созданию самонастраивающихся систем управления для разрабатываемых в этом ОКБ ракет. Работы возглавил Б.Н. Петров. В.Ю. Рутковским и И.Н. Крутовой были предложены два принципа построения беспоисковых самонастраивающихся систем (БНС): с контролем частотных характеристик и с моделью. В дальнейшем была разработана новая по тем временам теория БНС (авторы: Б.Н. Петров, В.Ю. Рутковский, И.Н. Крутова, д.т.н., проф., лауреат Государственной премии СССР С.Д. Земляков, Б.В. Павлов, д.т.н., проф. И.Б. Ядыкин), на основе которой в 1970–1980 гг. совместно с МОКБ «Радуга» и МИЭА удалось создать первые в СССР самонастраивающиеся системы управления для нескольких классов ракет главного конструктора И.С. Селезнёва.

Применение БНС позволило:

- расширить тактико-технические характеристики ракетных комплексов за счёт свойств адаптации систем управления по высотам, скоростям, дальности и видам траекторий полёта;
- увеличить точность управления в 5–10 раз по сравнению с существующими системами;
- обеспечить устойчивость движения при изменениях коэффициентов объектов в 50–100 раз, при градиентах до 50–100 ед/с, при изменении знака коэффициента статической устойчивости и при неоднозначной зависимости коэффициентов от скоростного напора;
- увеличить на отдельных режимах дальность полёта на 30–35% с одновременным решением проблемы движения на высоких скоростях и на предельно низких высотах над пересечённой местностью;
- увеличить жизнеспособность ракет за счёт расширения в 2–3 раза областей устойчивости по отношению к возмущениям типа взрывной волны;
- улучшить технологичность систем за счёт расширения допусков на параметры системы до 50% по сравнению с 15–20% у существовавших ранее систем;
- повысить надёжность (за счёт компенсации некоторых типов отказов аппаратуры основного контура системы управления);
- повысить серийноспособность и взаимозаменяемость блоков за счёт унификации, создания базовых структур;
- сократить сроки разработки и доводки систем;
- уменьшить число ракет, необходимых для проведения полётных испытаний (до 40%).

В создании самонастраивающихся систем управления помимо перечисленных выше учёных приняли активное участие В.С. Косиков, к.т.н. В.Н. Ссорин-Чайков, к.т.н. В.А. Путинцев, Т.В. Ермилова и др.

По решению Правительства в 1958–1976 гг. в Институте под руководством Б.Н. Петрова проводились работы по теории и системам управления ядерными энергетическими установками (Г.М. Уланов, д.т.н. В.П. Жуков, д.ф.-м.н. Э.М. Солнечный и др.). Изучались маршевые ядерные ракетные двигатели, а также ионные и плазменные двигатели малой тяги, которые рассматривались как наиболее перспективные силовые установки для освоения ближнего и дальнего космоса. Были построены математические модели двигателей и предложены принципы управления подобным классом объектов.

В 1970–2001 гг. была разработана теория оптимального управления ориентацией различных типов космических аппаратов, в том числе многодвигательных (к.т.н. Б.Е. Чупрун). Получены необходимые условия экстремума для оптимальной задачи с ограничением или минимизацией полного изменения заданной векторной функции координат нелинейной системы с двумя векторными управлениями, значения первого из которых ограничены, тогда как второе имеет ограниченное полное изменение. Данная теория, в частности, позволяет выбирать не только оптимальное местоположение на космическом аппарате управляющих его ориентацией двигателей, но и режим их включения.

Под руководством Б.Н. Петрова осуществлена разработка принципов построения, структур и методов реализации бортовых информационно-управляющих систем высокоресурсных автономных космических аппаратов для исследований комет, малых планет и спутников больших планет Солнечной системы. В рамках этой проблемы самостоятельными направлениями были исследования по методам управления и технической диагностике бортовых ядерных энергоустановок и систем обеспечения целевых научных программ космических аппаратов.

Разработки ИПУ РАН в этой области (д.т.н. В.В. Бугровский, к.т.н. Д.А. Гольдин, И.А. Вогау) были реализованы в техническом проекте НПО им. С.А. Лавочкина по созданию космического аппарата с ядерным источником энергии и двигателями малой тяги для исследования комет, малых планет и спутников больших планет Солнечной системы.

К части концептуальных, прогрессивных теоретических направлений исследований относится разработка энергетического подхода к управлению движением в пространстве (к.т.н. А.М. Шевченко, к.т.н. А.М. Чесноков). Основой этого подхода является уравнение баланса энергий в системе «летательный аппарат – силовая установка – внешняя среда». Задача управления сформулирована как задача минимизации целевой функции – отклонения энергетической высоты. На базе этого подхода разработана модифицированная энергетическая система управления полётом, которая в модельных экспериментах продемонстрировала явные преимущества перед традиционными системами для широкого класса самолётов в диапазоне масс от 10 тонн (Су-80) до 200 тонн (Ил-96). Результаты внедрены в Московском институте электромеханики и автоматики при проектировании систем управления полётом самолётов Ту-154, Ту-204, Ил-96, Ан-148, Су-80 и Ан-70.

Ещё при жизни Б.Н. Петрова был предложен принцип построения чувствительных элементов радиочастотного датчика для измерения уровня компонентов

в топливных баках ЖРД (В.А. Викторов, к.т.н. Б.В. Лункин). Позже этот принцип был применён при создании системы измерения запасов криогенных жидкостей в системе энергопитания космических аппаратов в составе таких изделий, как «Н-1» и «Буран».

Предложен метод измерения (В.Я. Фатеев), основанный на возбуждении гибридных колебаний в электромагнитном резонаторе, образуемом пространством бака, и в дополнительном синтезируемом резонаторе. На его базе были созданы системы измерения запасов компонентов топлива в баках орбитальной станции «Мир» и Международной космической станции (МКС).

Для измерения степени сплошности неоднородных потоков жидкостей в трубопроводах космических аппаратов предложен и разработан специальный резонатор с возбуждением в нём взаимно перпендикулярных электромагнитных полей (Б.В. Лункин, к.т.н. А.В. Иванов), использующийся как чувствительный элемент датчика.

В последние годы в Институте разработаны принципы построения и теория систем управления свободнолетающими космическими манипуляционными роботами (КМР) (В.Ю. Рутковский, С.Д. Земляков, В.М. Суханов, В.М. Глумов), предназначенными для обслуживания и ремонта внешних элементов пилотируемых космических станций (ПКС), для запуска с борта ПКС малых космических аппаратов, спасения космонавтов при возможном обрыве фала во время их работы в открытом космосе и т.д. Были поставлены и решены задачи формирования оптимальной конфигурации системы «манипулятор-груз» в режиме транспортировки полезного груза, разработаны принципы безопасного полёта КМР вблизи ПКС, выполнен синтез алгоритмов зависания КМР над заданной точкой поверхности ПКС, предложены способ и алгоритмы высокоэкономичного управления ориентацией КМР на перемещениях вблизи ПКС.

Для обеспечения устойчивости и требуемого качества функционирования сразу нескольких подсистем КМР было сформулировано новое для теории управления понятие «технической управляемости многосвязной нелинейной системы управления». Доказана теорема о необходимых и достаточных условиях автономной технической управляемости объекта, решены задача выбора минимально необходимого вектора ограничений на управление из условия автономной технической управляемости и другие задачи.

Рассматривая КМР как сложную механическую систему, удалось разработать метод декомпозиции его математической модели при наличии множества законов управления релейного типа на простейшие системы второго порядка.

Разрабатывается теория управления ориентацией больших космических конструкций (БКК), собираемых на орбите с помощью КМР. Особенностью БКК в процессе сборки как объектов автоматического управления является дискретное изменение их механической структуры, ведущее к скачкообразному изменению размерности и вектора коэффициентов используемой при управлении математической модели объектов данного класса. Это существенно усложняет задачу синтеза регулятора. К перспективным объектам, относящимся к классу БКК, сегодня можно отнести:

- большие космические электростанции (КЭС), вырабатывающие электроэнергию на основе использования солнечного излучения с последующей её передачей при помощи лазерных преобразователей энергии. Габариты подобных КЭС соизмеримы с размерами футбольного поля и более;
- большие составные космические зеркала для ретрансляции солнечной световой энергии в избранные районы земной поверхности, что позволит освещать города Заполярья в ночное время, снижая расходы земных энергоресурсов, и подсвечивать отдельные акватории мирового океана, повышая степень воспроизводства рыбных запасов за счет активизации роста планктона;
- большие космические рефлекторные антенны, необходимые для радиозондирования дальнего космоса.

Для обеспечения высокоточной ориентации объектов этого класса были предложены три стратегии адаптивного управления, последовательно реализуемые по мере качественного изменения сложности модели собираемой БКК: 1) управление, основанное на использовании подсистемы интеллектуальной диагностики, осуществляющей адаптивную настройку базового алгоритма, которая обеспечивает стабилизацию как основного («жесткого») движения объекта, так и упругих колебаний его конструкции; 2) способ адаптивного управления ориентацией БКК с использованием оценок фазовых значений доминирующей моды в моменты переключения регулятора; 3) адаптивное управление с коррекцией параметров базового алгоритма на основе привлечения методов нечеткой логики (В.Ю. Рутковский, В.М. Суханов, В.М. Глузов, И.Н. Крутова). Осуществлен синтез алгоритмов и разработаны структурные схемы регуляторов, реализующие принципы адаптивного и координатно-параметрического управления на соответствующих этапах сборки БКК (С.Д. Земляков, В.М. Суханов, Т.В. Ермилова и др.).

С конца 90-х гг. Институт совместно с РКК «Энергия» начал исследования по направлению «Модели и методы проектирования информационно-управляющих систем космических аппаратов» (д.т.н., проф. В.В. Кульба, Б.В. Павлов). На основе единой методологии и принципов модульности был разработан комплексный подход, методы формализации, модели и алгоритмы проектирования информационно-управляющих систем реального времени для бортовых комплексов управления космических аппаратов, обеспечивающие формальный анализ и синтез технологии разработки, отработки и испытаний программного и информационного обеспечения бортовых комплексов управления, предупреждение нештатных ситуаций.

Работы Института в области управления летательными аппаратами получили мировую известность и сыграли большую роль в развитии космонавтики в нашей стране, в развитии теории и практики построения адаптивных систем управления летательными аппаратами различных классов.

С 1965 г. теоретические результаты постоянно докладываются на конгрессах ИФАК\*, МАФ, на симпозиумах ИФАК по аэрокосмосу.

---

\* ИФАК – русская аллитерация англоязычного сокращения IFAC: International Federation on Automatic Control (Международная федерация по автоматическому управлению).

За достижения в области теории и создания систем управления космическими и летательными аппаратами сотрудники Института были удостоены Ленинской и пяти Государственных премий СССР.

В 1980 г. Академия наук СССР учредила Золотую медаль им. Б.Н. Петрова (с 1993 г. – премия им. Б.Н. Петрова), присуждаемую учёным за выдающиеся работы в области теории и систем автоматического управления, а также в области экспериментальных исследований по освоению космического пространства. Первую Золотую медаль им. Б.Н. Петрова в 1983 г. получил В.Ю. Рутковский, в 2004 г. премии им. Б.Н. Петрова удостоены Ю.П. Портнов-Соколов, А.Я. Андриенко и В.П. Иванов, в 2007 г. – В.В. Кульба, член-корреспондент РАН Е.А. Микрин (РКК «Энергия») и Б.В. Павлов.

## Теория терминальных систем управления

Во многих областях техники возникает задача приведения объекта управления в заданное конечное состояние, определяемое совокупностью нескольких краевых условий. Терминальный момент определяется как момент выполнения одного из краевых условий, а задача терминального управления заключается в обеспечении выполнения остальных краевых условий в этот момент с максимальной точностью.



**Юрий Петрович  
Портнов-Соколов**

Толчком к становлению теории терминальных систем управления послужили практические задачи, возникающие в ракетно-космической и авиационной технике. Принципы и алгоритмы терминального управления разрабатывались под руководством Б.Н. Петрова – вначале при создании бортовой системы управления расходом топлива, затем при разработке систем управления сближением, мягкой посадкой и др.

В начале 70-х гг. академиком Б.Н. Петровым, д.т.н., проф. Ю.П. Портновым-Соколовым, д.т.н. А.Я. Андриенко и к.т.н. В.П. Ивановым (ныне д.т.н., зав. лаб.) был подготовлен обстоятельный обзор работ по теории терминальных систем управления, а в начале 80-х гг. те же авторы опубликовали монографию «Бортовые терминальные системы управления. Принципы построения и элементы теории».

Теория терминального управления развивалась в основном как ветвь общей теории оптимального управления в задачах с граничными условиями на правом конце траектории и/или с терминальным критерием оптимальности.

Терминальные системы управления отличаются от других систем управления (например, систем стабилизации) не только по назначению, но и по способу организации процесса управления. Принципы управления, наиболее адекватные терминальным системам, предусматривают прогнозирование будущего движения системы от текущего до терминального момента и формирование процесса

изменения управляющего воздействия (программы управления), приводящего систему в заданное конечное состояние. С целью компенсации неизбежно возникающих в реальных условиях погрешностей управления такая процедура многократно повторяется и в последующие моменты времени, что обеспечивает требуемую коррекцию программы управления. За счёт фильтрации помех при оценке текущего состояния системы и повышения качества прогнозирования можно достичь уменьшения погрешностей управления по мере приближения к терминальному моменту.

Основное содержание теории составляют методы анализа и синтеза терминальных систем управления.

Была сформулирована общая стохастическая задача синтеза терминальных систем управления и определены физические основы её решения.

Задачи терминального управления, как правило, являются многокритериальными (требование максимизации терминальной точности дополняется критериями интегрального типа). Методы синтеза систем терминального управления используют идею разбиения общей задачи на два этапа.

На первом этапе из условия экстремума интегрального критерия находится класс функций, определяющих программу управления на интервале от текущего до терминального момента. На втором этапе решается задача синтеза системы управления с обратной связью. Механизм обратной связи реализуется путём коррекции параметров программы управления по результатам оценивания координат состояния и возмущений и прогнозирования невязок краевых условий в терминальный момент времени (фактически – промаха). Алгоритм управления возмущённым движением находится из условия минимума терминального критерия.

Для ряда прикладных задач терминального управления (процессами выведения ракет-носителей (РН), расходования компонентов топлива, сближения космических аппаратов) получены оптимальные программы управления по различным критериям: энергетическому, быстродействия, безопасности (д.т.н. А.Я. Андриенко, к.т.н. А.А. Муранов, к.т.н. А.И. Чадаев).

Применительно к терминальным системам разработаны методы синтеза алгоритмов оценивания координат состояния по результатам измерений на ограниченном интервале предыстории и алгоритмов калмановского типа для нелинейных объектов управления (А.Я. Андриенко).

Одним из направлений второго этапа синтеза стали исследования по разработке методов прогнозирования промаха и алгоритмов управления по прогнозируемому промаху.

В рамках данного направления разработаны и исследованы двухуровневые алгоритмы фильтрации и многоуровневые итеративные алгоритмы терминального управления, основанные на использовании при прогнозировании и управлении нескольких отличающихся по сложности моделей объекта (д.т.н. В.П. Иванов, к.т.н. В.К. Завадский).

Повышение требований к энергетике и безопасности современных средств выведения космических аппаратов вызвало необходимость применения новой концепции управления. В рамках данной концепции управление ракетой понимается в широком смысле, охватывающем управление моментами времени включения и выключения ЖРД отдельных ракетных блоков и ступеней составной жидкостной ракеты, управле-

ние режимами работы силовых установок и других агрегатов, ориентацией векторов тяги ЖРД, моментами сброса отработавших частей ракеты и пр. Реализация новой концепции потребовала совершенствования принципов и методов терминального управления.

Предложена новая, нестандартная структура алгоритмов фильтрации и прогнозирования терминальных систем, где в явном виде присутствует управляемая модель объекта. Целью управления в этом случае является адаптация модели объекта к реальным, возмущённым условиям функционирования. Разработаны методы синтеза терминальных систем, использующие алгоритмы фильтрации и прогнозирования. Применительно к терминальным системам развиты принципы комбинированного управления, обеспечивающие функционирование при неполной априорной информации о возмущающих факторах.

Решена новая для ракетодинамики задача управления моментами выключения двигателей различных ступеней РН по критерию безопасности.

Развита теория отказоустойчивых бортовых терминальных систем. Сформулирован принципиально новый подход к синтезу, заключающийся в том, что состояние системы с частичным отказом рассматривается как одно из допустимых её состояний, которое должно учитываться при выборе алгоритма управления (А.Я. Андриенко, В.П. Иванов, Ю.П. Портнов-Соколов). В идеологию построения алгоритма управления закладывается способность сохранения приемлемого качества при появлении отказов. Отказоустойчивые системы синтезируются в классе систем управления с многоуровневой структурой, из которой могут быть образованы каналы управления различного уровня сложности, адекватные сложившимся условиям функционирования. В синтезируемом алгоритме управления предусматриваются возможности диагностики состояний системы с отказами и перестройки на новые условия работы. Важно отметить, что повышение надёжности системы в данном случае обеспечивается без привлечения дополнительных аппаратных средств.

В процессе эксплуатации ракетно-космической техники одной из актуальных задач являются оценка функционирования бортовых систем и выявление аномалий в их работе по результатам телеметрических измерений. Проведено коренное совершенствование методологии анализа телеметрических данных о работе бортовых систем управления ракет-носителей – с переходом к использованию итерационной процедуры оценивания координат нелинейного объекта. Новая методология обеспечивает существенное повышение точности и достоверности анализа работы бортовых систем управления.

В рамках теории терминального управления были также разработаны: методы синтеза систем управления объектами многоцелевого назначения; способ порогово-дискретного программного управления и метод статистической оптимизации временной последовательности интервалов квантования; методы статистической оценки точности управления бортовых терминальных систем.

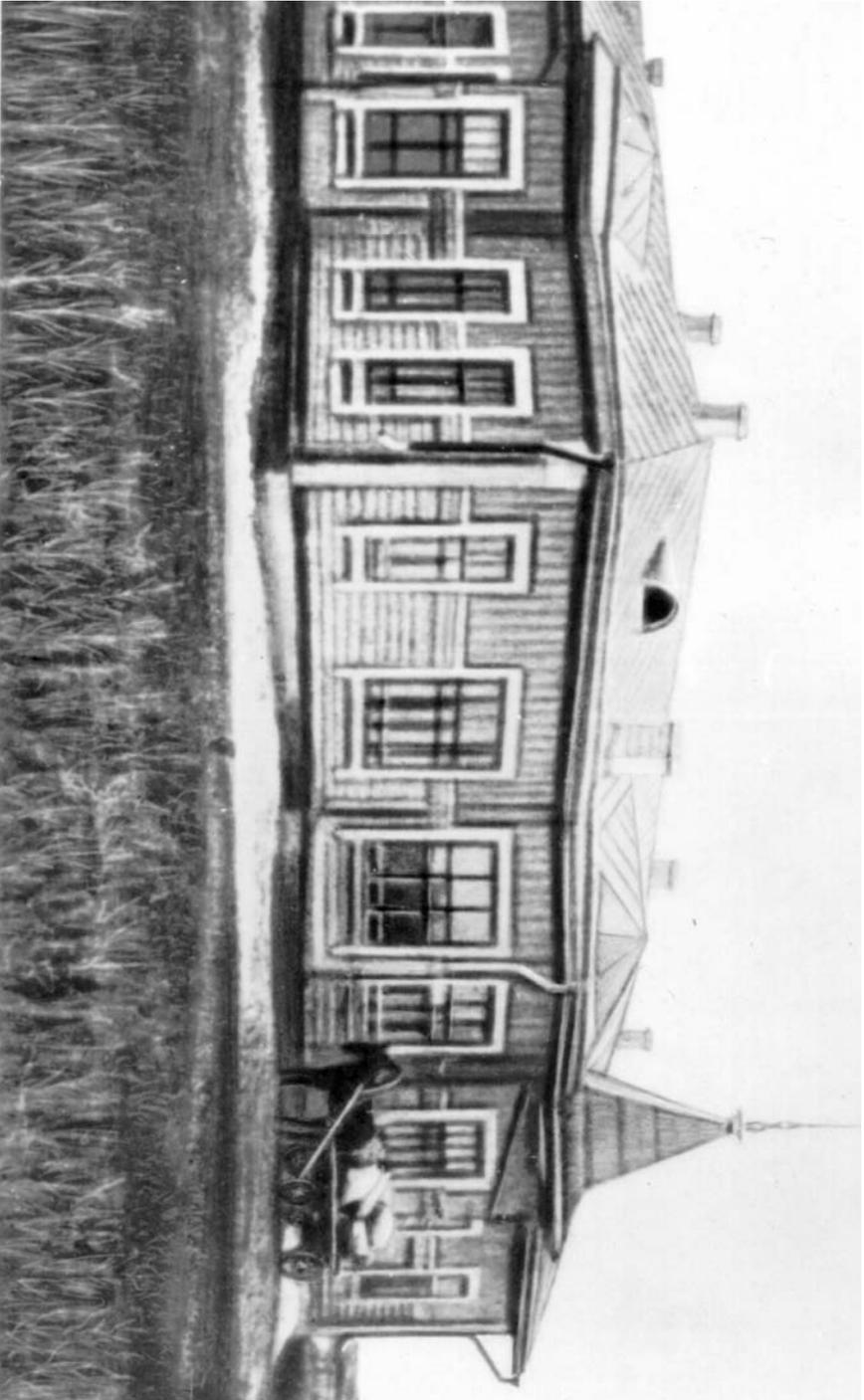
Основные результаты теории терминальных систем управления были использованы при создании бортовых систем для космических ракет-носителей «Союз», «Протон-М», «Зенит», «Энергия-Буран», обеспечивших реализацию отечественных космических программ и международных проектов («Союз-Аполлон», «Морской старт»), а также для ряда межконтинентальных баллистических ракет, составивших основу ракетно-ядерного потенциала нашей страны.

# Теория инвариантности

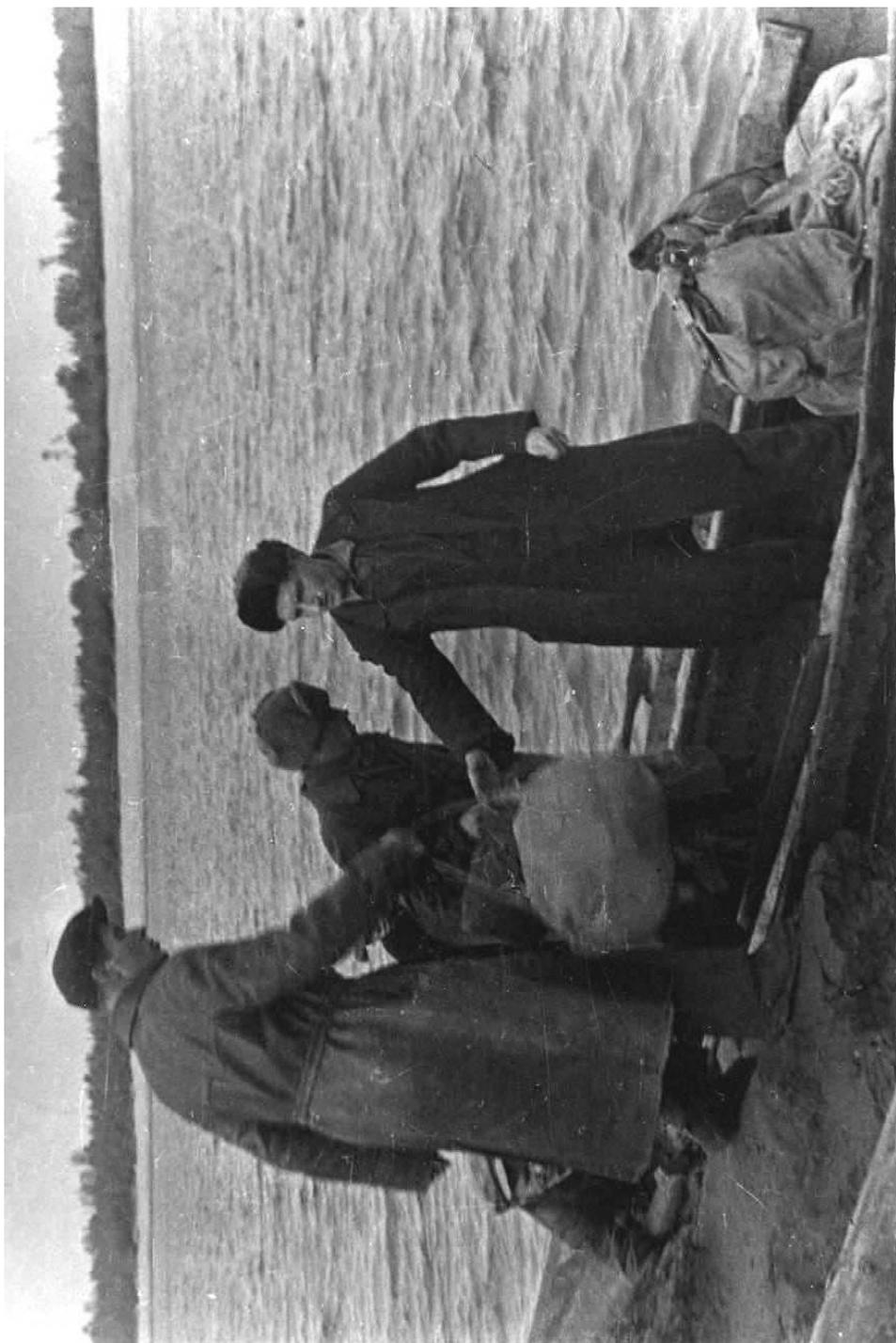
В послевоенное время продолжались работы, начатые в Институте в 1939 г. (Г.В. Щипанов, В.С. Кулебакин, Н.Н. Лузин), по новому в то время направлению науки управления – теории инвариантности. Был доказан критерий физической реализуемости условий абсолютной инвариантности (критерий двухканальности Б.Н. Петрова), развита теория комбинированных систем управления, использующих условия инвариантности (разомкнутый канал) и принцип обратной связи (замкнутый канал) (В.С. Кулебакин, Б.Н. Петров, Г.М. Уланов и др.). Предложено  $K(D)$ -изображение заданного возмущения (В.С. Кулебакин). Показано, что вынужденная составляющая решения дифференциального уравнения, связанная с подачей возмущения в виде заданной функции времени, равняется нулю в том и только том случае, когда операторный полином перед возмущением имеет в качестве множителя  $K(D)$ -изображение возмущения. Показано также, что оптимальная по Винеру передаточная функция замкнутой системы по отношению к возмущению, дисперсия которого стремится к нулю, должна содержать в качестве множителя  $K(D)$ -изображение этого возмущения.

Введены понятия избирательной инвариантности или селективной инвариантности, поливариантности (В.С. Кулебакин, О.И. Ларичев) и построена их теория, рассмотрены некоторые вопросы реализации условий инвариантности в нелинейных системах (Б.Н. Петров), развит вариационный подход в теории инвариантности (Л.И. Розоноэр), открыт новый класс систем – системы двукратной инвариантности (Б.Н. Петров, В.Ю. Рутковский).

Идеи инвариантности нашли широкое применение в теории систем с переменной структурой (С.В. Емельянов и др.), в теории адаптивного управления и теории координатно-параметрического управления (В.Ю. Рутковский, С.Д. Земляков). Идеи инвариантности весьма популярны при построении систем управления в самых различных областях техники, для измерительных систем, в приборостроении (В.А. Виктор, Б.В. Лункин, А.С. Совлуков).



**Домик в г. Ульяновске, в котором Институт размещался во время Великой Отечественной войны**



В.А. Трапезников и Б.Н. Петров собираются за дровами (г. Ульяновск)



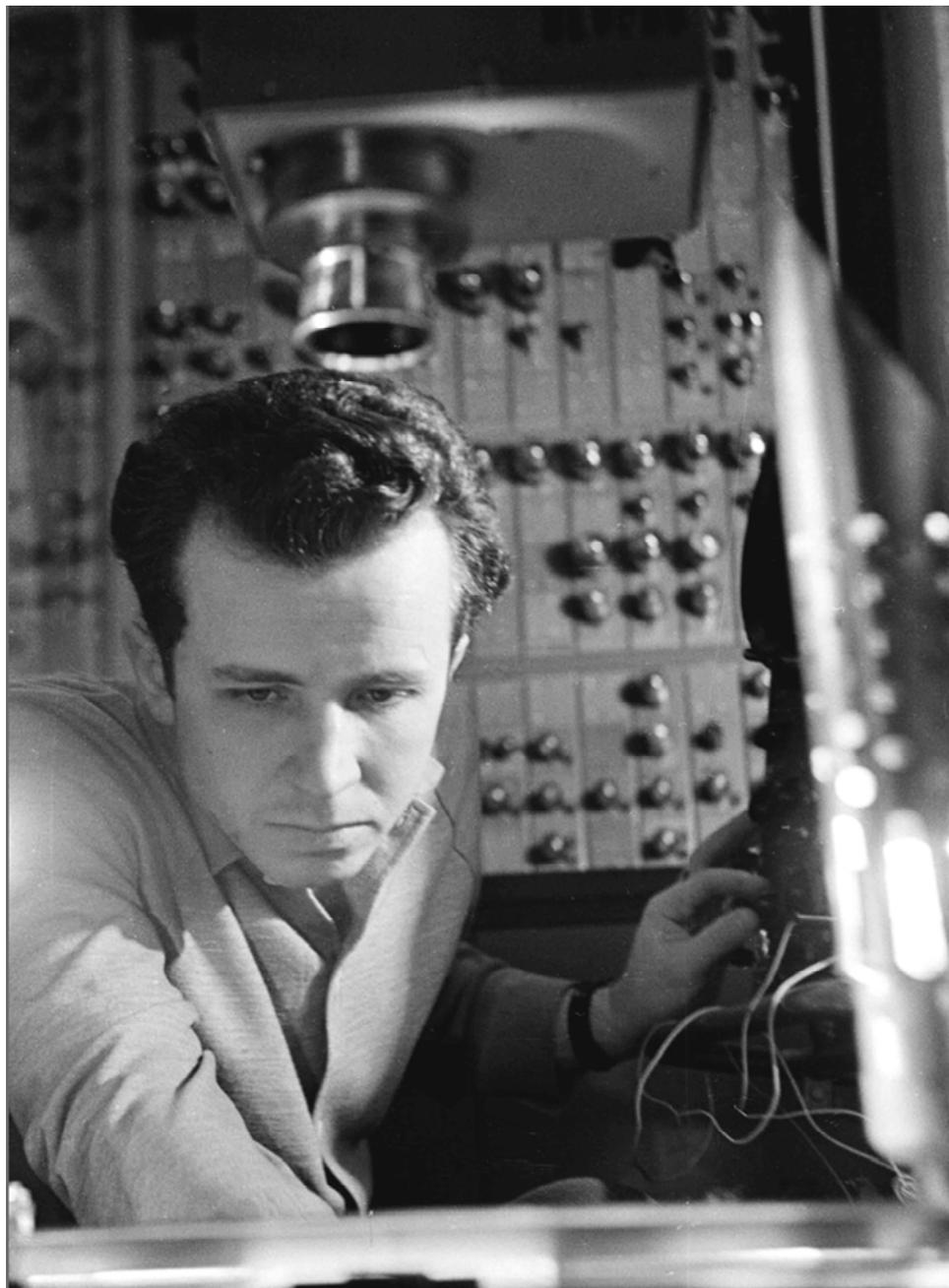
**Борис Яковлевич Коган «воспитывает» сотрудницу**



**...а вот Дмитрий Иванович Агейкин не так строг**



Академики В.С. Кулебакин и Б.Н. Петров



**Будущая знаменитость – исследователь океанов академик Анатолий Михайлович Сагалевич начинал свою научную жизнь в нашем Институте**



**Лучший знаток алгоритмических языков программирования  
в 50–70-е гг. Борис Иосифович Филиппович  
(его прозвали «Фортранович»)**

Так постепенно менялись вычислительные возможности



Ламповый «Урал-2» (на Каланчёвке)



ГВС-100



ЕС-1045



ICL 4-70



**Вот оно появилось – новое здание на Профсоюзной!**



**А вот так поначалу к нему добирались:  
станция метро была в низине – там, где теперь депо**

# Теория оптимального управления

Становление и развитие теории оптимального управления, её успешное применение в различных областях науки, техники и промышленности в немалой степени связаны с фундаментальным вкладом сотрудников Института проблем управления.

Ещё в 1949 г. А.А. Фельдбаум впервые в мире построил и теоретически исследовал нелинейную (квадратичную по скорости) обратную связь, доказав, что она обеспечивает предельную величину быстродействия в системе следящего электропривода.

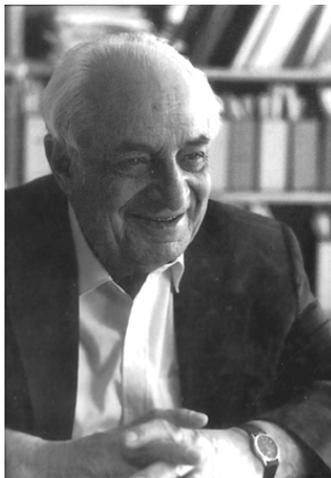
В 1952 г. А.Я. Лернер опубликовал две работы, в которых доказал, что можно существенно улучшить динамические свойства автоматических компенсаторов. В 1955 г. он же высказал идею о том, что в расширенном фазовом многомерном пространстве можно выделить особые области, характеризующие предельное быстродействие, и



**Александр Аронович  
Фельдбаум**

построить отвечающие этим областям оптимальные режимы. Такие области получили наименование областей изохрон. Впоследствии, когда Ричард Беллман сформулировал и развил метод динамического программирования, выяснилось, что между областями изохрон и беллмановскими конструкциями существует тесная и органичная связь.

В 1959 г. вышла работа А.Г. Бутковского и С.М. Доманицкого, в которой впервые была исследована и построена система оптимального управления с запаздыванием, предназначенная для управления летучими ножницами прокатного стана.



**Александр Яковлевич  
Лернер**

Примерно в это же время Л.И. Розоноэр защищает свою кандидатскую диссертацию по оптимальному управлению, за которую ему хотят сразу присудить докторскую степень, но М.А. Айзерман уговорил Совет не подвергать Льва Ильича риску и через 4 года Л.И. Розоноэр становится доктором наук с работой по теории систем с компенсацией внешних воздействий. При этом в своей кандидатской Лев Ильич, по сути, предвосхитил принцип максимума Понтрягина.

В 1960 г. в «Докладах АН СССР» и журнале «Автоматика и телемеханика» появились две совместные работы А.Г. Бутковского и А.Я. Лернера, в которых был

построить отвечающие этим областям оптимальные режимы. Такие области получили наименование областей изохрон. Впоследствии, когда Ричард Беллман сформулировал и развил метод динамического программирования, выяснилось, что между областями изохрон и беллмановскими конструкциями существует тесная и органичная связь.

Примерно в это же время Л.И. Розоноэр защищает свою кандидатскую диссертацию по оптимальному управлению, за которую ему хотят сразу присудить докторскую степень, но М.А. Айзерман уговорил Совет не подвергать Льва Ильича риску и через 4 года Л.И. Розоноэр становится доктором наук с работой по теории систем с компенсацией внешних воздействий. При этом в своей кандидатской Лев Ильич, по сути, предвосхитил принцип максимума Понтрягина.

В 1960 г. в «Докладах АН СССР» и журнале «Автоматика и телемеханика» появились две совместные работы А.Г. Бутковского и А.Я. Лернера, в которых был



**Лев Ильич  
Розоноэр**



**Анатолий Григорьевич  
Бутковский**

предложен широкий класс задач управления, в том числе оптимального, для случая систем с распределёнными параметрами.

Год 1961-й был ознаменован выходом в свет двух основополагающих работ д.т.н., проф. В.Ф. Кротова, в которых впервые в теории управления рассматривались разрывные решения и скользящие режимы. Помимо того что это вносило существенный вклад в развитие аппарата и идеологии самого вариационного исчисления и теории оптимального управления, предложенные В.Ф. Кротовым подходы позволили решить конкретные прикладные задачи, связанные с управлением летательными аппаратами.

В 1962–1963 гг. В.Ф. Кротов в статьях, опубликованных в журнале «Автоматика и телемеханика», сформулировал оригинальные достаточные условия абсолютного минимума в вариационном исчислении и в теории оптимального управления для сосредоточенных и распределённых систем. Это был фундаментальный и красивый результат, позволивший предложить новые методы решения вариационных задач.

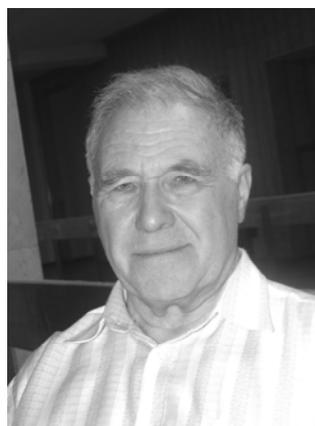
В 1961 г. вышла работа А.Г. Бутковского, в которой впервые была решена («до числа») проблема оптимального управления системой с распределёнными параметрами на примере технической задачи управления многозонной проходной нагревательной печью для нагрева слябов перед прокаткой на лист.

В том же году А.Г. Бутковский сформулировал и доказал принцип максимума для случая систем с распределёнными параметрами, описываемых нелинейными интегральными уравнениями с ограничениями на управления.

В 1963 г. А.Г. Бутковский применил метод бесконечномерной  $I$ -проблемы моментов для построения точного и приближённого (в том числе и численного) методов решения задач оптимального управления распределёнными системами. Кроме того, им был сформулирован и доказан так называемый расширенный принцип максимума для задач оптимального управления.

В том же году А.Г. Бутковский впервые построил пример, опровергающий справедливость «естественного» обобщения принципа максимума Понтрягина на дискретные конечномерные системы. Вместо этого им был сформулирован и доказан «локальный принцип максимума». Все эти результаты нашли непосредственное применение в металлургии при разработке систем оптимального управления процессами нагрева. В частности, были разработаны система оптимального управления проходными печами и система оптимального управления режимом нагрева массивных слитков в колodцах цеха блюминга.

Эти и другие результаты обобщены и изложены в двух оригинальных монографиях А.Г. Бутковского, написанных в соавторстве с Ю.Н. Андреевым и



**Вадим Фёдорович  
Кротов**

С.А. Малым и посвящённых оптимальному нагреву изделий в производственных процессах (М.: Металлургия, 1972, 1981).

В 1965 г. была опубликована монография А.Г. Бутковского «Теория оптимального управления системами с распределёнными параметрами», которая, по предложению Р. Беллмана, была переведена на английский и издана в США.

В 1998 г. на XIII Всемирном конгрессе ИФАК в США этот цикл работ был назван наиболее значительным вкладом в теорию управления после 1960 г.

Из других результатов А.Г. Бутковского по теории оптимального управления системами с распределёнными параметрами следует отметить циклы работ и монографии по структурной теории распределённых систем, теории подвижного управления, теории управления квантовыми системами и процессами, фазовому портрету дифференциальных включений.

В 90-е гг. прошлого столетия А.Г. Бутковский приступил к созданию единой геометрической теории управления. Результаты этих работ подытожены им в монографии, написанной в соавторстве с А.В. Бабичевым и С. Похйолайненом «К единой геометрической теории управления» (М.: Наука, 2001).

Наконец, в первом десятилетии XXI века бывший сотрудник Института д.т.н., проф. А.С. Позняк, который трудится сегодня в должности полного профессора в одном из ведущих центров мировой науки и высшего образования – мексиканском университете CINVESTAV, разработал в соавторстве с В.Г. Болтянским робастную версию принципа максимума.



**Александр Семёнович  
Позняк**

## Системы с переменной структурой



**Станислав Васильевич  
Емельянов**

Толчком к появлению теории систем с переменной структурой (СПС) послужило сформулированное в 1957 г. предложение С.В. Емельянова (ныне – академик РАН, д.т.н., профессор, лауреат Ленинской и Государственных премий, лауреат премий Совета министров СССР и Правительства РФ, лауреат Андроновской премии РАН и Ломоносовской премии МГУ) использовать нелинейную коррекцию, в соответствии с которой в зависимости от состояния системы управления параметры обратной связи скачкообразно менялись. Идея эта оказалась плодотворной и стала систематически применяться для улучшения качества регулирования при решении самых разнообразных задач управления.

Привычный сегодня для специалистов в области управления термин СПС впервые употребляется в 1962 г., тогда же появляется понятие  $\psi$ -ячейки (переключателя структуры системы) и начинают проглядываться контуры новой теории.

Для систем второго порядка С.В. Емельяновым вводятся основные режимы работы СПС: движение по вырожденным траекториям, режим переключений и режим скольжения по прямой переключения структур.

Выясняется, что именно в режиме скольжения движение в замкнутой системе не зависит от факторов неопределённости (неизвестных, в том числе и переменных, параметров объекта и внешних сил), и потому далее доминирующей идеей синтеза СПС становится идея преднамеренного введения режима скольжения по прямой переключения, положение которой заметно влияет на качество переходных процессов.

В 1962–1963 гг. С.В. Емельянов и д.т.н., проф. В.А. Таран доказывают, что неидеальная информация о состоянии системы разрушает идеальность скользящего режима, превращая его в реальный режим скольжения, то есть режим с конечной частотой переключения и конечным же отклонением от прямой скольжения. Важно, что при определённых условиях это не приводит к неустойчивости системы, в отличие, например, от систем с бесконечным коэффициентом усиления. Иначе говоря, СПС демонстрирует робастность, то есть работоспособность при наличии динамических неидеальностей.



**Вадим Иванович  
Уткин**

С 1963 г. С.В. Емельянов и В.И. Уткин (ныне – д.т.н., профессор, лауреат Ленинской премии) начинают систематическое использование принципа переменности структуры для управления по состоянию объектами  $n$ -го порядка, в том числе объектами с переменными параметрами и при наличии внешних воздействий. Удаётся доказать, что для стабилизации таких объектов методами СПС достаточно информации только о диапазонах изменения параметров и характеристиках внешних воздействий, а их изменение во времени не играет большой роли.

В 1964 г. Станислав Васильевич Емельянов публикует первый набросок теории СПС\* с изложением основных её идей и принципов, который становится очерком методов анализа и синтеза СПС. К 1967 г. первый набросок теории превращается в первую монографию С.В. Емельянова по теории СПС.

С 1963 по 1970 г. рассматриваются в основном объекты, заданные в пространстве производных регулируемой координаты с СПС-подобной обратной связью по её производным. Это сделало актуальной проблему многократного дифференцирования в шумах, которой занимались С.В. Емельянов, В.И. Уткин, А.М. Шубладзе (впоследствии – д.т.н., проф.) и другие авторы. Было показано, что проблема дифференцирования решается методами СПС при дефиците информации о дифференцируемой функции и характеристиках помех, а дифференциаторы СПС обладают повышенной помехозащищённостью, поскольку автоматически адаптируют свои параметры в зависимости от статистических свойств помехи, что улучшает соотношение сигнал/шум.

\* Исследования по СПС проводились с 1958 по 1997 г. в лаб. № 22 Института, организованной С.В. Емельяновым.

В 1970 г. коллектив авторов публикует монографию (под ред. С.В. Емельянова), в которой излагается общая теория СПС по полному фазовому вектору. Помимо уже упомянутых тем в этой книге затрагивается ряд новых проблем: задача автономного регулирования в многосвязных системах (С.В. Емельянов и к.т.н. М.Б. Гриценко), проблема адаптации поверхности разрыва с целью повышения качества регулирования (к.т.н. Е.Н. Дубровский, к.т.н. А.В. Кортнев), проблема стабилизации объекта при наличии оператора дифференцирования в правой части (Н.Е. Костылева, ныне – д.т.н., проф.).

Метод эквивалентного управления (1971 г., В.И. Уткин) позволил просто выписывать уравнения скольжения, исследовать их свойства, в том числе устойчивость, и тем самым естественным образом вписать теорию СПС в общий контекст формализма пространства состояний, а также иметь дело не только со скалярными, но и с векторными линейными и нелинейными объектами произвольного вида, решать задачи идентификации (1971–1974 гг., А.Д. Браславский, А.М. Шубладзе, Н.Е. Костылева, В.И. Уткин), экстремального регулирования и математического программирования (1970–1974 гг., С.К. Коровин, впоследствии академик РАН, д.т.н., профессор, лауреат Государственной премии РФ, Премии Совета министров СССР, Андроновской премии РАН и Ломоносовской премии МГУ; В.И. Уткин). В последнем случае особенность методов СПС состоит в возможности решения задач оптимизации без использования информации о градиентах оптимизируемой функции и функций, задающих ограничения.

Итог этому периоду развития теории СПС подведён в монографии В.И. Уткина (1974).

Современные очертания теория СПС обрела после разработки методов синтеза обратной связи по выходу с использованием наблюдателей состояния (1980 г., В.И. Уткин), создания методов управления объектами с распределёнными параметрами (1982 г., Ю.В. Орлов, ныне – д.ф.-м.н., проф.; В.И. Уткин) и теории дискретных СПС и СПС для объектов с последействием (1985 г., С.В. Дракунов, ныне – д.т.н., проф.; В.И. Уткин).

Систематическое использование СПС в промышленных регуляторах было начато А.М. Шубладзе (1974) и привело в 1977 г. к разработке и серийному выпуску комплекса технических средств (КТС) из 40 приборов для решения задач локальной автоматики ЛИУС-СУПС (С.В. Емельянов, Н.Е. Костылева, В.И. Уткин, А.М. Шубладзе). Этот КТС успешно использовался в различных отраслях промышленности десятки лет.

В 1978–1980 гг. были разработаны методы СПС для управления электродвигателями, в том числе и асинхронными моторами (к.т.н. Д.Б. Изосимов, В.И. Уткин).



**Сергей Константинович  
Коровин**

# Теория дискретных систем



**Яков Залманович Цыпкин**

преобразования) и позволил синтезировать цельный математический аппарат, подобный операторному методу описания непрерывных систем. Это позволило ввести для дискретных систем стандартные понятия передаточной функции, частотной характеристики и т.п. и обобщить классические критерии устойчивости Найквиста и Михайлова на случай дискретных систем. Полученные на этом этапе результаты были подытожены в монографии Я.З. Цыпкина «Переходные и установившиеся процессы в импульсных системах» (1951).

Дальнейшее развитие теории импульсных систем шло по пути разработки частотных методов исследования как при детерминированных, так и случайных внешних воздействиях. Кроме того, удалось установить специфическое свойство дискретных систем – существование процессов конечной длительности, в теории линейных непрерывных систем попросту невозможных. Этот факт лёг в основу фундаментального понятия управляемости, введённого Р. Калманом.

Упомянутые выше результаты относились к линейной теории, однако потребности практики требовали выхода за её рамки. Развитие теории абсолютной устойчивости для дискретных систем привело к созданию «критерия Цыпкина» (дискретного аналога критерия устойчивости Попова). Новый критерий нашёл многочисленные применения в задачах цифровой фильтрации и обработки сигналов.

Следующим шагом стало исследование оптимальных дискретных систем. Теория таких систем (линейно-квадратичная оптимизация, условия экстремума, численные методы) была развита в работах Я.З. Цыпкина, Л.И. Розоноэра, А.И. Пропося, А.Г. Бутковского в 60-е гг.

Я.З. Цыпкиным и его учениками И.С. Моросановым, И.В. Пышкиным и Ю.С. Попковым была развита теория нелинейных дискретных систем, систематически изложенная в монографии: *Цыпкин Я.З., Попков Ю.С. Теория нелинейных импульсных систем.* – М.: Физматгиз, 1971.

Сразу после войны в Институте стало развиваться новое направление – теория дискретных систем.

Фактически, такие системы возникли ещё на заре развития техники автоматического регулирования – достаточно вспомнить прерывистые и релейные регуляторы паровых машин, импульсную радиосвязь, радиолокацию. Однако адекватной теории подобных управляющих устройств тогда не существовало.

С 1948 г. Я.З. Цыпкин начал развивать единый подход к описанию дискретных систем (первоначально они назывались прерывистыми). Этот подход был основан на идее дискретного преобразования Лапласа ( $Z$ -

Впоследствии теория дискретных систем стала удобным аппаратом для исследования адаптивных и обучающихся систем управления.

Значительно позже, в 90-е гг., дискретные системы вновь привлекли внимание исследователей ИПУ в связи с проблемой робастности. Были построены графические критерии робастной устойчивости таких систем и методы синтеза робастных регуляторов для них (Я.З. Цыпкин, Б.Т. Поляк).



**Борис  
Теодорович  
Поляк**

## Релейные системы



**Марк Аронович  
Айзерман**

К работам по дискретным системам тесно примыкают исследования по релейным системам. В отличие от дискретных систем, в релейных квантование производится не по времени, а по уровню управления. Такие системы неизбежно являются нелинейными, и в них могут возникать свойственные нелинейным задачам эффекты, исследовавшиеся ещё в пионерских работах А.А. Андропова. Эти работы были продолжены М.А. Айзерманом, В.В. Петровым, Г.М. Улановым, В.Ю. Рутковским. Систематическая теория релейных систем управления была создана Я.З. Цыпкиным; его книга «Теория релейных систем автоматического регулирования» вышла в свет в 1955 г. и была переведена на немецкий, японский, испанский и английский языки. Яков Залманович разработал конструкцию

«годографа Цыпкина» – графический частотный метод для изучения вынужденных колебаний в замкнутых релейных системах. В целом для релейных систем были созданы методы расчёта, которые по своей эффективности оказались близки к тем, что применялись в теории линейных систем.

Релейное управление может возникнуть и в линейных оптимальных задачах при наличии ограничений на управление. Впервые этот факт был установлен для одного частного случая А.А. Фельдбаумом в 1949 г., позже им и А.Я. Лернером были получены более общие результаты того же типа (например, знаменитая «теорема об  $n$ -интервалах»). Эти работы проложили путь к созданию общей теории оптимального управления.

За работы по теории импульсных и релейных систем д.т.н. Я.З. Цыпкину была присуждена Ленинская премия (Цыпкин Я.З. Теория импульсных систем. – М.: Физматгиз, 1958; Цыпкин Я.З. Теория импульсных магнитных систем. М.: Физматгиз, 1963).



**Александр Аронович  
Фельдбаум**

# Адаптивные и обучающиеся системы



**Яков Залманович  
Цыпкин**

Уже более 50 лет назад теоретики управления понимали, что, как правило, точное описание системы управления недоступно, и неизбежные неопределённости параметров и характера динамики системы приводят к необходимости синтеза управлений в условиях неопределённости. В рассматриваемой ситуации наиболее естественно воспользоваться стратегией адаптивного управления, когда одновременно происходит и уточнение описания системы, и управление ею. Наиболее глубоко идея подобного подхода была воплощена в концепции дуального управления А.А. Фельдбаума. По логике Фельдбаума, управление имеет двойственную природу: с одной стороны, оно является пробным воздействием, предназначенным для изучения управляемой системы, а с другой – решает некоторую задачу оптимизации. Влияние, которое оказала теория дуального управления на современную теорию

управления, трудно переоценить. Недаром цикл статей А.А. Фельдбаума, вышедший в 1960–1961 гг., был признан специальной комиссией ИФАК одной из «вех науки об управлении в XX веке». Однако непосредственное формирование оптимального дуального управления возможно лишь в очень редких случаях, вот почему внимание исследователей сконцентрировалось на применении менее сложных стратегий – стратегий адаптивного управления. Например, в работах В.Ю. Рутковского и его сотрудников применялся удобный метод эталонной модели, о котором рассказывается в следующем разделе.

Другая волна исследований по адаптивным и обучающимся системам была связана с тем, что ещё в конце 50-х гг. появились (в рамках науки, которая тогда называлась «кибернетика») работы по распознаванию образов и обучению автоматических систем. В Институте эти работы развивались по двум направлениям. С одной стороны, М.А. Айзерман и его сотрудники Л.И. Розоноэр и Э.М. Браверман разработали модель распознавания, связанную с разделением компактных множеств точек в пространстве образов, и предложили для решения задачи метод потенциальных функций. Эти исследования были позже подытожены в их монографии «Метод потенциальных функций в теории обучения машин», вышедшей в 1970 г. С другой стороны, А.Я. Лернером и В.Н. Вапником для решения той же задачи распознавания был разработан метод «обобщённого портрета». Впоследствии этот результат лёг в основу очень глубоких исследований В.Н. Вапника и А.Я. Червоненкиса, связанных с решением проблемы восстановления зависимостей по экспериментальным данным.

Родство задач распознавания и обучения с общими проблемами теории адаптации было подмечено Я.З. Цыпкиным в середине 60-х гг. Он первым понял, что общим математическим аппаратом для их исследования могут служить рекуррентные стохастические алгоритмы (в частности, уже известный в статистике метод стохастической аппроксимации). Оказалось, что в этих рамках могут быть рассмотрены

такие разнообразные задачи, как оценивание параметров, идентификация, распознавание образов, стохастическая оптимизация и ряд других базовых задач теории управления. Первоначально эти идеи вызвали острую дискуссию, не сразу было осмыслено их соотношение с классическими статистическими методами и методом потенциальных функций. Позднее, после выхода из печати книг Я.З. Цыпкина «Адаптация и обучение в автоматических системах» (1968) и «Основы теории обучающихся систем» (1970), метод стохастической аппроксимации стал общепризнанным инструментом описания и исследования рекуррентных адаптивных процедур. В работах Я.З. Цыпкина и Б.Т. Поляка 70–80-х гг. были строго исследованы сходимость и скорость сходимости адаптивных алгоритмов и предложены оптимальные (по скорости сходимости) версии алгоритмов. Те же авторы предложили робастные варианты алгоритмов, сохраняющие работоспособность при недостаточной информации о вероятностных свойствах помех.

## Адаптивные системы с эталонной моделью

Работы по теории адаптивных систем с моделью были начаты в Институте под руководством Б.Н. Петрова в 1957 г. в связи с необходимостью создания систем управления для новых типов летательных аппаратов. Параметры динамических моделей таких аппаратов изменялись в очень широких пределах, причём со скоростью, соизмеримой с темпом переходных процессов в нормальных условиях полёта.

Были предложены два новых принципа построения беспоисковых самонастраивающихся систем: системы с контролем частотных характеристик и системы с моделью, реализуемой во временной области\* (Б.Н. Петров, В.Ю. Рутковский, И.Н. Крутова). Позднее в мировой и отечественной литературе такие системы стали называть адаптивными системами с эталонной моделью.

В Институте проблем управления были получены следующие результаты:

- разработан метод синтеза основного контура адаптивных систем с эталонной моделью, основанный на идеях теории инвариантности;
- введено понятие обобщённого настраиваемого объекта, позволяющего наиболее просто решать задачу синтеза оптимального управления нестационарным объектом;
- получены условия, при которых система обладает свойством двукратной инвариантности;
- решена проблема минимально допустимого числа перестраиваемых коэффициентов регулятора (Б.Н. Петров, В.Ю. Рутковский, С.Д. Земляков, Б.В. Павлов);

---

\* Первые научные публикации перечисленных выше авторов по этим принципам вышли только в 1965 г. В настоящее время хорошо известно, что аналогичные принципы построения адаптивных систем были предложены примерно в то же время, что и в ИАТе, многими другими организациями, занимавшимися проектированием адаптивных систем. За рубежом первая публикация по системам с эталонной моделью появилась в 1958 г., а по системам с контролем частотных характеристик – в 1962 г.

- предложен новый подход, названный мультипликативной адаптацией (С.Д. Земляков, Е.М. Фирсова).

При выбранной структуре системы и основного контура управления центральной проблемой является синтез алгоритмов адаптации. Были предложены две группы алгоритмов: эвристические (В.Ю. Рутковский, И.Н. Крутова) и алгоритмы, синтезированные прямым методом Ляпунова (В.Ю. Рутковский, С.Д. Земляков). Этот подход до сих пор применяется в работах отечественных и зарубежных учёных. Именно прямой метод Ляпунова позволил получить фундаментальные результаты в области синтеза адаптивных систем.

Впервые в мировой литературе доказана теорема о равномерной (по начальному моменту и начальным отклонениям) асимптотической устойчивости невозмущённого движения адаптивной системы с эталонной моделью при неизвестных, но постоянных параметрах объекта. Получены достаточные условия указанного типа устойчивости в виде требований, предъявляемых к входному воздействию на систему. Доказана устойчивость движения при ляпуновских алгоритмах адаптации в случае переменных параметров объекта, удовлетворяющих условиям теоремы И.Г. Малкина.

Разработаны линеаризованные модели параметрического управления (И.Б. Ядыкин, Б.В. Павлов, И.Н. Крутова, В.С. Косиков), на основе которых впервые созданы инженерные методики расчёта систем с контролем частотных характеристик и систем с эталонной моделью. Методики основаны на расчётных соотношениях для определения стратегии управления в основном контуре и позволяют рассчитывать основные показатели качества не только процессов управления, но и процессов настройки параметров с той же степенью детализации, что и в основном контуре.

Разработана теория адаптивных систем управления с неявной эталонной моделью (И.Б. Ядыкин). Открыт новый класс структурных инвариантов контура управления с обратной связью, названных адаптируемостью регулятора – характеристикой, определяющей потенциальную точность настройки контура управления при изменении рабочей точки (режима) объекта управления. Изучены виды адаптируемости (слабая, частичная и полная, локальная и глобальная) и найдены критерии адаптируемости в виде ранговых свойств матриц адаптируемости; установлена связь свойств адаптируемости со свойствами инвариантности, управляемости, наблюдаемости, устойчивости и робастности.

Предложена концепция координатно-параметрического управления (Б.Н. Петров, В.Ю. Рутковский, С.Д. Земляков), являющаяся дальнейшим развитием адаптивного управления. Под координатно-параметрическим управлением понимается управление объектом не только с помощью традиционных органов управления, но и посредством целенаправленного изменения его конструктивных параметров в режиме нормального функционирования. Развита теория координатно-параметрического управления и синтезированы алгоритмы управления, которые можно использовать для широкого класса технических объектов.

Разработана теория настраиваемой работоспособности системы в условиях неопределённости, решена задача восстанавливаемой функциональной работоспособности и настраиваемой стратегии управления, получила развитие теория опти-

мальных адаптивных регуляторов для нелинейных многосвязных объектов (В.Ю. Рутковский, С.Д. Земляков, В.М. Глумов).

## Робастные системы

Как уже отмечалось, основная идея адаптивных методов управления заключается в одновременном решении двух задач: исследования системы и управления ею во имя достижения некоторой заданной цели. Однако встречаются ситуации, когда идентификация системы невозможна или нежелательна, и тогда необходимо применять методы робастного управления, то есть управления в условиях неопределённости. По существу, уже сам классический принцип обратной связи имеет своей целью устранение неизбежных неопределённостей в функционировании и, соответственно, описании системы. Теория робастного управления по-настоящему заинтересовала учёных сравнительно поздно, в 90-е гг., хотя некоторые фундаментальные идеи робастности присутствовали в теории управления с самого ее зарождения. Первые результаты в этой области относились к анализу систем с неопределённостями – удалось построить робастные аналоги основных критериев устойчивости линейных систем. Так, например, робастный вариант критерия Михайлова позволяет проверить устойчивость интервального семейства полиномов («годограф Цыпкина – Поляка»). Эти результаты были обобщены на многие другие проблемы анализа робастной устойчивости (критерий Найквиста, дискретные системы, нелинейно входящие параметры и т.д.) Серьёзные результаты были получены и в задачах робастного синтеза (то есть проектирования регуляторов для робастных систем). В книге *Б.Т. Поляка и П.С. Щербакова «Робастная устойчивость и управление»* (2002) описываются основные итоги этих исследований.



Б.Т. Поляк и П.С. Щербаков

## Линейные системы: новые подходы

В 70-е гг. казалось, что классическая теория линейных систем полностью завершена, и ждать здесь новых прорывов не приходится. Но оказалось, что это не так.

Во-первых, как уже отмечалось, возникла робастная теория линейных систем. Мы говорили выше о задачах с параметрической неопределённостью; другой важный класс систем – с частотной неопределённостью. Здесь в 80-е гг. в работах западных учёных (Зеймс, Гловер, Френсис, Дойл и др.) была создана чрезвычайно плодотворная теория  $H_\infty$ -робастности. Эта же  $H_\infty$ -теория оказалась очень полезной при постановке задач оптимального управления ( $H_\infty$ -оптимизация) и при решении стохастиче-



**Александр Петрович  
Курдюков**

ческих задач управления. В Институте первыми энтузиастами новой теории стали А.С. Позняк (лаб. № 7) и А.П. Курдюков (лаб. № 1). В частности, еще в 1989 г. А.С. Позняк выпустил брошюру об  $H_\infty$ -теории, по-видимому, первую в нашей стране. Ныне А.П. Курдюков со своими учениками развивает анизотропийный подход в рамках этой теории.

Во-вторых, некоторые старые идеи обрели новое дыхание. Так, восходящая еще к Вышнеградскому (1876) задача выделения области устойчивости линейной системы в пространстве двух параметров была успешно решена в рамках так называемого Д-разбиения (Неймарк, 1948 г.). Впоследствии оказалось, что эта задача важна как при синтезе регуляторов низкого порядка, так и при анализе робастной устойчивости. Молодым исследователям из ИПУ РАН Е.Н. Грязиной и А.А. Трембе удалось значительно развить теорию Д-разбиения. Выяснена геометрия области устойчивости для непрерывных и дискретных систем, исследован матричный вариант задачи, предложено обобщение на случай большего чем два числа параметров, построены робастные обобщения Д-разбиения и его аналог для  $H_\infty$ -оптимизации.

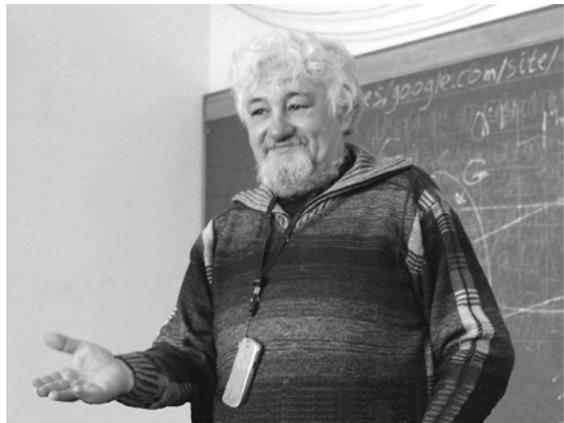
В-третьих, развита новая техника линейных матричных неравенств (ЛМН) для анализа и синтеза линейных систем. Основы этого подхода были заложены ещё А.М. Ляпуновым. В.А. Якубович первым записал некоторые задачи управления на языке ЛМН. Однако лишь после выхода в 1994 г. монографии американского ученого С. Бойда с соавторами ЛМН превратились в удобный и общепринятый аппарат исследования разнообразных задач управления. Ситуация облегчалась тем, что в работах А.С. Немировского и Ю.Е. Нестерова были предложены эффективные методы внутренней точки для решения ЛМН. Написанные на их основе программные средства сделали решение ЛМН алгоритмически удобным и доступным средством. На основе этого подхода удалось (Б.Т. Поляк, С.А. Назин, М.В. Хлебников, П.С. Щербаков) решить важную задачу подавления постоянно действующих возмущений. Эта задача стояла с момента возникновения теории линейных систем, но её удавалось решить лишь для некоторых типов возмущений (единичный скачок, гармонические возмущения, гауссовские помехи и т.д.). Для наиболее распространённого класса произвольных ограниченных возмущений проблема оставалась открытой. Здесь следует отметить пионерские исследования Б.В. Булгакова (1946) по анализу таких систем и их обобщения в трудах Ф.Л. Черноусько и А.Б. Куржанского. Однако задача синтеза регуляторов при наличии подобных возмущений представляла большие трудности. Развита ИПУ РАН (в лаб. № 7 им. Я.З. Цыпкина) техника инвариантных эллипсоидов в сочетании с аппаратом ЛМН позволила преодолеть эти трудности.

Наконец, весьма плодотворной для решения классических трудных задач теории управления оказалась техника рандомизации. К числу таких задач относятся проблема синтеза регуляторов низкого порядка, проблема статической стабилизации по выходу, робастная стабилизация при матричной неопределённости и многие

другие. Систематические аналитические или численные методы решения здесь отсутствуют, тем не менее все эти задачи очень важны. Рандомизированные алгоритмы (типа методов Монте-Карло или случайного поиска) позволяют в ряде случаев находить решение. Так, построены способы генерации случайных устойчивых полиномов и матриц, методы генерации случайных стабилизирующих регуляторов, рандомизированные методы решения ЛМН и задач оптимизации. Все эти подходы используются в работах Б.Т. Поляка, П.С. Щербакова, Е.Н. Грязиной и Я.И. Петрикевич для разнообразных задач управления линейными системами.

## Стохастические робастные системы управления

Работы по стохастическому робастному управлению для линейных дискретных стационарных систем были начаты в Институте в 1992 г. как развитие идей  $H_\infty$ -теории управления, активно обсуждавшихся в период 1991–1992 гг. на семинаре под руководством А.С. Позняка. В соавторстве с И.Г. Владимировым (ИППИ РАН) и А.В. Семёновым (ГосНИИАС), А.П. Курдюковым была создана теория построения стохастических систем управления, робастных относительно характеристик случайного входного возмущения.



А.П. Курдюков на семинаре

Построенная теория была названа авторами анизотропией теорией управления (анизотропия – термин, характеризующий неоднородность свойств по направлениям), так как в основе этой теории лежит понятие анизотропии сигнала. Анизотропией сигнала является характеристика отклонения вероятностного распределения многомерного входного сигнала от многомерного сигнала, распределённого по нормальному закону с нулевым средним и скалярной ковариационной матрицей, в некотором смысле являющегося изотропным. Анизотропная теория управления занимает промежуточное место между теорией построения линейно-квадратичных гауссовских регуляторов и  $H_\infty$ -теорией. Более того, обе эти теории являются частными случаями анизотропной теории и получаются при стремлении анизотропии соответственно к нулю и к бесконечности.

Анизотропная теория сочетает преимущества упомянутых выше теорий, позволяет строить регуляторы, менее консервативные, чем  $H_\infty$ -регуляторы, и более робастные, чем линейно-квадратичные гауссовские регуляторы. Построенная теория доказала свою состоятельность в приложении к построению регуляторов для посадки самолёта в условиях неконтролируемых возмущений.

Исследования по анизотропной теории управления интенсивно ведутся под

руководством А.П. Курдюкова в лаб. № 1 и в настоящее время. Так, анизотропийная теория была распространена для систем с параметрическими возмущениями. Процедура синтеза анизотропийных регуляторов требует решения системы из связанных уравнений Риккати, уравнения Ляпунова и алгебраического уравнения специального вида. Поэтому была разработана процедура решения такого рода уравнений методом гомотопий и создан пакет прикладных программ. В настоящее время ведутся работы по построению теории субоптимального анизотропийного управления, анизотропийной теории управления для алгебро-разностных систем, проводятся исследования по построению анизотропийных регуляторов пониженного порядка.

Материалы по анизотропийной теории управления вошли в две монографии, (2000 и 2004 гг.), были опубликованы в ведущих научных журналах в России (статьи в «Докладах РАН» и журнале «Автоматика и телемеханика») и за рубежом (*International Journal of Control, Archives of Control Sciences*), доложены на ведущих мировых конгрессах: IFAC\*, CDC, ECC, ROCOND и др. – и всероссийских конференциях.

## Стохастическая теория управления



**Владимир Семёнович  
Пугачёв**

По мере развития теории автоматического управления был постепенно осознан тот факт, что классические методы этой теории недостаточны для расчёта сложных автоматических систем, работающих в условиях случайных воздействий. Естественным шагом в развитии теории систем и процессов управления стало привлечение вероятностных методов, позволяющих учитывать влияние различного рода случайных возмущений и помех на работу автоматических систем и их элементов. В результате в рамках общей теории процессов управления оформилось важное направление – стохастическая теория процессов управления, широко использующая методы теории вероятностей и математической статистики.

Работы Института в области стохастических проблем управления дали мощный толчок её интенсивному развитию, существенно обогатили теорию и привели к появлению и развитию новых разделов. Важным направлением исследований стала теория статистически оптимальных систем, в рамках которой были разработаны методы синтеза оптимальных нестационарных и нелинейных систем (*В.С. Пугачёв «Теория случайных функций и её применение к задачам автоматического управления», 1962; Л.П. Сысоев «Оценка параметров, обнаружение и различение сигналов», 1969; Ф.Б. Гулько, Ж.А. Новосельцева «Решение нестационарных задач фильтрации и упреждения методом моделирования», АиТ, 1966*); новые эффективные методы нелинейной фильтрации и экстраполяции случайных процессов (*Р.Ш. Лунцер,*

\* IFAC: International Federation on Automatic Control. В России часто пишут русскими буквами: ИФАК – см. сноску на стр. 29..

*А.Н. Ширяев* «Статистика случайных процессов», 1974; *В.С. Пугачёв* «Условно оптимальная фильтрация и экстраполяция непрерывных процессов», *АиТ*, 1984); методы статистической оптимизации по различным критериям качества (*Н.И. Андреев* «Теория статистически оптимальных систем управления», 1980).

В Институте были разработаны эффективные приближённые методы расчёта и анализа точности многомерных нелинейных систем, подвергающихся случайным воздействиям (*М.Л. Дашевский, Р.Ш. Липцер* «Приближённый анализ нелинейных нестационарных систем», *АиТ*, 1967). Была создана статистическая теория обучения и самообучения автоматических систем,



**Александр Викторович  
Добровидов**

функционирующих в условиях неполной информации (*В.С. Пугачёв* «Статистическая теория обучающихся автоматических систем», 1967), заложены основы общей теории стохастических систем (*В.С. Пугачёв, И.Н. Синицын* «Стохастические дифференциальные системы», 1985). Для последнего периода развития стохастической теории управления характерен большой интерес к синтезу автоматических систем в условиях параметрической и непараметрической неопределённости (*А.В. Добровидов* «Непараметрические методы нелинейной фильтрации стационарных случайных последовательностей», *АиТ*, 1983). Были разработаны основы теории устойчивого непараметрического оценивания функционалов от неизвестных распределений и на её основе создана теория непараметрического оценивания случайных процессов с неизвестными вероятностными характеристиками (*А.В. Добровидов, Г.М. Кошкин* «Непараметрическое оценивание сигналов», 1997; *В.А. Васильев, А.В. Добровидов, Г.М. Кошкин* «Непараметрическое оценивание функционалов от распределений стационарных последовательностей», 2004).

Развивая статистические методы теории управления, Институт стимулировал образование нового раздела теории управления – теории идентификации систем и процессов, то есть методов построения математических моделей объектов управления по результатам их функционирования. Значительное место в развитии этой теории занимают алгебраические методы и методы теории групп, позволяющие учитывать естественную симметрию структуры объектов управления. Для систем, инвариантных относительно групп преобразований, алгебраическими методами решались задачи идентификации, оценивания параметров, принятия статистических решений, редукции наблюдений к инвариантам групп преобразований (*М.Е. Шайкин* «Полилинейная алгебра моментов распределений в задаче анализа нелинейных стохастических систем», *АиТ*, 2006; *М.Е. Шайкин* «Ортогональные разложения нелинейных функционалов от гауссовского процесса и их применения в задаче статистического анализа», *АиТ*, 2007; *Е.А. Пухальский* «О вычислении инвариантов в задачах идентификации ковариационных структур», *АиТ*, 1986).



**Роберт Шевилевич  
Липцер**

# Теория идентификации

Идентификация, или совокупность теории, методов и алгоритмов построения моделей объектов, процессов, явлений по экспериментальным данным, является одной из основных задач современной теории автоматического управления.

Обеспечить качественное управление системой, если не известна с достаточной степенью точности её математическая модель, невозможно. Огромный опыт, накопленный при проектировании систем управления, свидетельствует о нереальности построить адекватную математическую модель, основываясь только на теоретическом исследовании физических, химических и других процессов в системе. В современных системах автоматического управления идентификация представляет собой неотъемлемую часть процесса адаптивного управления, когда на основе настройки моделей по данным реального функционирования вырабатываются оптимальные в смысле определённого критерия управляющие воздействия.

В современных системах поддержки принятия решений идентификация осуществляется с целью изучения свойств объекта для последующего формирования человеком оптимальных решений об управлении.



**Наум Самойлович  
Райбман**

Идентификация была признана самостоятельной научной теорией в середине прошлого столетия. Значительная роль в этом принадлежит профессору Науму Самойловичу Райбману, основавшему в Институте Лабораторию идентификации систем управления, ставшую средоточием научных контактов специалистов в этой области из многих стран. В лаборатории успешно развивались методы идентификации, основанные на принципах и методах математической статистики. Сложились и основные направления: структурная, непараметрическая и параметрическая идентификация.

Именно в Лаборатории были развиты научные подходы к разработке систем управления с идентификатором, так называемых систем непрямого адаптивного управления (в терминологии Я.З. Цыпкина). В частности, разработаны эффективные алгоритмы идентификации линейных объектов с дискретным временем и аддитивным возмущением. Изучена проблема грубости системы управления по отношению к структурным изменениям (пертурбациям) внутренних моделей, используемых при построении расчётных регуляторов. Предложены методы построения итеративных по структуре фрактальных регуляторов, обеспечивающих управление с заданной точностью регулирования в установившемся режиме для класса возмущений с неполным спектром. С помощью таких регуляторов достигается компромисс между требуемой точностью и сложностью реализации регулятора высокого порядка при соблюдении требований грубости.

Разработан идентификационный подход к синтезу робастно-оптимальных систем управления для определённых классов внешних возмущений (дискретный белый шум, марковские последовательности, мартингалы).

Созданы методы синтеза основного контура в линейных системах с неполной информацией о статистических характеристиках внешних возмущений, исследованы вырожденные задачи и условия вырожденности линейно-квадратичных задач синтеза для линейных объектов со стационарными возмущениями.

Осуществляются разработка и исследование методов идентификации нелинейных динамических стохастических систем, основанных на использовании состоятельных мер зависимости случайных величин (процессов).

Получила развитие и реальное воплощение идея профессора И.И. Перельмана управления с прогнозирующей моделью. Прогнозирующая модель представляет собой настраиваемый фильтр, вычисляющий прогноз выходной переменной объекта управления с использованием данных наблюдений. Для некоторых классов объектов задача идентификации эквивалентна настройке прогнозирующей модели по критерию точности прогноза, который определяется функционалом невязки выходных переменных объекта и модели.

В последующие годы появилось великое множество научных разработок в теории и практике идентификации. Регулярно проводятся конференции ИФАК по идентификации. Особое место занимают фундаментальные работы Я.З. Цыпкина, создавшего информационную теорию идентификации. В рамках теории разработаны методы идентификации и алгоритмы, являющиеся оптимальными на определенных классах объектов и внешних возмущений в зависимости от имеющейся априорной информации об объекте управления. Таким образом, были обозначены предельные возможности построения аппроксимационных моделей.

В последние годы в Лаборатории идентификации систем управления развивается метод идентификации, основанный на построении *виртуальных моделей*. Термин *виртуальный* многие авторы трактуют как проявление принципа «здесь и сейчас», означающий существование такой модели только тогда, когда действует порождающая её реальность. Метод, получивший название *ассоциативного поиска*, предполагает не аппроксимацию реального процесса во времени, а построение прогнозирующей модели динамического объекта на каждом такте с использованием наборов архивных данных («ассоциаций»), сформированных на этапе обучения. Такой подход созвучен с идеей, высказанной в 2008 г. крупнейшим на сегодня специалистом по идентификации Л. Льюнгом, о необходимости использования дополнительной априорной информации об объекте в форме обучения, когда обучение становится этапом идентификации. При разработке алгоритмов ассоциативного поиска широко используются методы нечёткой логики. Новые методы предполагают использовать для идентификации реального объекта моделирование поведения человека-оператора (в частности, оператора технологической установки), основанное на формализации технологических знаний. Перспектива развития методов идентификации на сегодняшний день – в их интеллектуализации.

# Автоматизация АПЛ Проекта 705



**Вадим Александрович  
Трапезников**

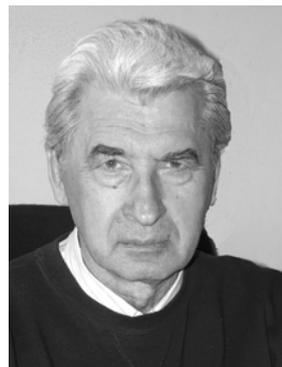
В 1958 г. академик А.П. Александров предложил В.А. Трапезникову принять участие в конкурсе предэскизных проектов глубокой комплексной автоматизации нового класса атомных подводных лодок (АПЛ) – истребителей подводных и надводных кораблей вероятных противников. После обсуждения этого предложения с рядом ведущих сотрудников Института и консультаций с руководством организаций, привлечённых к разработке проекта АПЛ, Вадим Александрович принял решение участвовать в конкурсе и выиграл его.

Постановлением ЦК КПСС и Совета министров СССР Институту было поручено научное руководство автоматизацией АПЛ и проведение исследований, необходимых для поддержки процесса проектирования. Привлечение академической организации к новому и ответственному проекту было не случайным. На начальном этапе развития атомного флота именно учёные определяли пути развития этого вида вооружения. Упомянутым По-

становлением все работы по новой АПЛ возглавил акад. А.П. Александров, по ядерной энергетической установке – акад. А.И. Лейпунский, по автоматизации – акад. В.А. Трапезников. Главным конструктором корабля был назначен Г.М. Русанов, высокообразованный и смелый инженер-подводник (ЦКБ «Малахит»).

Институту проблем управления предстояло взяться за решение ответственной, трудной и чрезвычайно объёмной прикладной проблемы. Для этого под общим руководством В.А. Трапезникова были объединены усилия учёных многих лабораторий Института. Заместителем Вадима Александровича по всем вопросам, связанным с разработкой проекта новой АПЛ, был назначен Борис Григорьевич Волик.

Традиционное, эволюционное улучшение свойств нового корабля не давало требуемого уровня его тактико-технических характеристик. Тактические схемы применения лодок-истребителей, в отличие от лодок-ракетоносцев, требуют активных действий по отношению к силам противника для получения необходимой информации и последующего применения оружия. Этим требованиям можно было удовлетворить, только существенно повысив тактико-технические характеристики корабля, и в первую очередь точность и оперативность принятия решений, причём обязательно в сравнении с аналогичными характеристиками сил вероятного противника.



**Борис Григорьевич  
Волик**

Оценки параметров систем и лодки в целом показали, что наряду с выполнением более жёстких технических требований необходимо примерно в три раза сократить численность личного состава в сравнении с близкими по объёму установленного оборудования торпедными лодками. Потребовались новые предложения буквально по всем системам и видам оборудования, начиная с корпуса и винта корабля. В результате напряжённой работы многих организаций и предприятий в 1970 г. ВМФ был передан для испытаний опытный образец лодки, который удовлетворял заданным тактико-техническим требованиям.

Решение технических проблем и разработки по информационным и управляющим системам первой в мире комплексно автоматизированной подлодки представляют несомненный исторический интерес.

Труднее всего далось решение проблемы сокращения численности личного состава корабля. Было намечено два пути. Первый заключался в увеличении степени автоматизации операций принятия и исполнения решений, как сказали бы сегодня – в повышении уровня интеллектуализации управляющих систем. Второй путь – увеличение числа технологически связанных между собой объектов, которыми можно управлять одновременно при посредстве одной управляющей команды человека-оператора.

Возможности реализации первого пути в 60-е гг. прошлого столетия были не столь велики, как сегодня. Но они были и в основном сводились к тому, чтобы:

- более эффективно организовать рабочие места операторов;
- более полно автоматизировать системы предаварийной защиты и выполнения окончательных операций (операций ввода в номинальные режимы и останова технологического оборудования);
- наладить контроль правильности функционирования, выполнения диагностики и документирования состояния систем, оборудования и регистрируемых на борту лодки событий;
- создать управляющие системы с более эффективной структурой.

Задача выбора оптимального соотношения между автоматизированными операциями переработки информации и принятия решений и операциями, выполняемыми человеком-оператором вручную, была и остаётся одной из труднейших. Чем сложнее объект, тем труднее задача. Необходимость передачи человеку-оператору непосредственного решения тех или иных проблем, выполнения тех или иных операций обусловлена уникальной способностью человека действовать интуитивно в условиях значительной информационной и событийной неопределённости.

Конечно, такая способность оператора проявляется только тогда, когда он хорошо обучен, а организация его рабочего места удовлетворяет высоким требованиям. При выполнении работ по Проекту 705 решения отыскивались, главным образом, экспериментально – на полунатурных стендах. Создавались модификации реальных пультов управления, а на электронных моделях воспроизводились все варианты режимов функционирования систем и оборудования, включая возникновение предаварийных ситуаций и вероятные аварии. В результате подобного моделирования и при учёте возникающих в процессе эксперимента стрессовых состояний определялось минимально необходимое число операторов. Одновременно решались задачи профессионального отбора операторов по «скорости» мышления и выбора

технических средств визуализации и характера представления поступающей к операторам информации.

Вопросы оценки действий операторов в стрессовых ситуациях и по сей день можно считать открытыми. Специалисты подобного профиля проходят многолетнюю профессиональную выучку, но, несмотря на это, 70% аварийных ситуаций возникают по их вине. В Проекте 705 наибольшее число операторов было задействовано в контурах управления тактическими и боевыми действиями лодки. Это – члены так называемого командирского боевого расчёта (КБР), в который входят командир корабля, штурман, гидроакустик и другие специалисты. Организация коллективной работы КБР относится к классу задач координированного управления. Варианты её наилучшего решения определялись в основном с помощью работы на специализированных стендах.

При минимизации числа операторов важную роль играли вопросы выбора структуры систем подлодки, средств сжатия информации и способов организации группового управления. Предпочтение было отдано иерархическим структурам. Иерархия – древнейший способ управления многообъектными комплексами. Однако главная задача, которая возникает при формировании иерархической структуры: выбор числа уровней иерархии и числа управляемых объектов нижестоящего уровня, подчинённых конкретному объекту вышестоящего уровня (задача комплексирования), – не имеет строгого теоретического решения. Известны лишь некоторые характеристические свойства, например, увеличение числа уровней упрощает алгоритмы координации действий объектов нижестоящих уровней, но влечёт за собой снижение быстродействия и надёжности всей системы.

Анализ структуры управляемых технологических комплексов корабля показал, что для большинства из них минимальное число связей между уровнями связано с выбором трёхуровневой структуры управления. Нижний уровень включал в себя средства получения информации и её первичной обработки (фильтрация и нормирование), регуляторы, системы логического управления пусками и остановами объектов и, наконец, средства обмена информацией в пределах уровня. Средний уровень образовывали средства формирования заданий нижнему уровню, предаварийной защиты и реконфигурации структуры нижнего уровня, обобщения информации, передаваемой на верхний уровень. Верхний уровень сводился к рабочим местам операторов, органам резервного дистанционного управления средствами нижних уровней и системе автоматической регистрации событий («чёрный ящик»). При этом нижний уровень систем компоновался из условия обеспечения максимально возможной надёжности его средств при условии сохранения допустимого уровня качества управления.

Автоматизация сбора информации о состоянии оборудования и аппаратуры, её обобщение и сжатие перед представлением оператору вкупе с групповыми командами управления в корне изменили не только характер работы самих операторов, но и внешний вид корабельных пультов управления. Теперь внимание операторов сосредотачивалось только на изменениях режимов работы систем – событиях, и лишь для уточнений могли вызываться численные значения координат и параметров. Выбранная организация информационных каналов повышала точность и сокращала время принятия решений. Для реализации группового управления были введены специальные команды управления целыми режимами функционирования

объектов. Затем с помощью средств логического управления эти команды автоматически развёртывались во времени, связывались с событиями и преобразовывались в индивидуальные команды, подававшиеся на исполнительные органы и локальные системы.

Изучая динамику процессов в атомной энергетической установке, в комплексе пространственного маневрирования и в других системах корабля, сотрудники Института выполнили колоссальный объём исследований. В контакте с организационно-соисполнителями отрабатывались математические модели процессов, синтезировались законы управления, формировались модели исходных событий, которые могли привести к авариям, и их последующего развития, изучались варианты действия управляющих систем по компенсации возможных последствий. В процессе работы над проектом применялись разнообразные аналитические методы. Однако главным инструментом было моделирование на разработанных в нашем Институте аналоговых вычислительных машинах (ЭМУ-10). Необходимость моделирования диктовалась значительным числом нелинейностей и высочайшей многомерностью (многосвязностью) исследуемых процессов. Модели некоторых комплексов, например энергетической установки, занимали около трёхсот решающих усилителей. Выполненные исследования динамики позволили не только синтезировать алгоритмы работы управляющих систем, но и выявить существование ряда доселе неизвестных и опасных процессов.

Следует особо отметить ту роль, которую Проект 705 сыграл в развитии исследований по проблемам анализа и обеспечения надёжности и живучести автоматизированных комплексов. В проектной документации того времени разделы, посвящённые анализу надёжности, не предусматривались. Именно Проект 705 стал прецедентом, сделавшим обязательным выполнение предварительного количественного анализа надёжности корабельных систем. Для этого пришлось выполнить немалый объём аналитических и организационных работ. Институт выпустил все необходимые руководящие материалы, разработал методы расчёта надёжности, предложил типовые модели оценки надёжности систем, подготовил справочник исходных данных для определения интенсивностей отказов всех технических компонент. Сотрудники Института организовали и провели обучение работников проектных организаций, выполнили предварительный расчёт и анализ надёжности всех разрабатываемых систем. В те времена бытовало недоверие к количественным оценкам надёжности, однако все участники работ над Проектом 705 воспринимали результаты предварительного анализа надёжности как конструктивный и полезный способ выявления слабых мест, позволяющий добиться так называемой надёжностной равнопрочности основных систем.

Таким образом, работы над Проектом 705 стимулировали развитие теории и создание новых оригинальных методов анализа надёжности и живучести систем сложной структуры. Были разработаны принципы и способы введения избыточности (резервирование) и подсистем восстановления работоспособности в специальным образом расклассифицированную аппаратуру; выполнена унификация элементной базы и конструктивов аппаратуры, предложены методы контроля работоспособности и обеспечения ремонтпригодности. Значительный эффект по показателям качества и надёжности управления дала предпринятая по инициативе Инсти-

тута разработка унифицированных для всех систем лодки блоков логического управления (около 80% всей аппаратуры) и аппаратуры информационных каналов (датчиков, источников питания, вторичных приборов усиления, фильтрации и нормализации сигналов).

Чтобы подчеркнуть всю сложность проблем обеспечения надёжности, приведём один пример. В соответствии с требованиями Минэлектронпрома интенсивность отказов выпускаемых отечественной электронной промышленностью комплектующих элементов должна была составлять величину порядка  $10^{-3}$ – $10^{-4}$  отказов/ч, а наработка на отказ – около 2 тыс. ч. При таких нормативах и разумных запасах резервной аппаратуры (ЗИПа) на борту лодка не смогла бы обеспечить номинальной продолжительности автономного плавания, то есть должна была постоянно держаться ближе к базе для своевременного пополнения ЗИПа. Выход из положения нашёл В.А. Трапезников, предложивший командованию флота принять нормативный документ, в соответствии с которым гарантировался ресурс наработки до 10–15 тыс. ч и интенсивность отказов на уровне зарубежных аналогов ( $10^{-5}$ ). Разумеется, это вызвало острую дискуссию, тем не менее флотское начальство предложение Вадима Александровича приняло.

На плечах Трапезникова – научного руководителя всех разработок по системам управления – лежала колоссальная ответственность. Вадим Александрович отлично знал истинное положение дел в области надёжности по Проекту 705. Впрочем, не хуже он разбирался в психологии и принципах работы большинства советских руководителей: не обещай лишнего – меньше будет шишек. Экономические механизмы тогда не работали. Поэтому результативность и качество выполнения работ зависели от двух факторов: страха перед неудачей и чувства личной ответственности. Последнего директору нашего Института было не занимать.

Результат по надёжности получился таким. Элементная база проходила специальный отбор, была введена прогрессивная технология изготовления печатных плат, и, по данным эксплуатации, фактический ресурс электронных блоков достиг 30–40 тыс. ч.

В связи со значительным сокращением личного состава особо жёсткие ограничения были установлены на объёмы трудозатрат по техническому обслуживанию и восстановлению работоспособности систем. Конечно, при этом были использованы все известные результаты отечественных и зарубежных исследователей в области теории надёжности: методы и схемы контроля, диагностики, задачи оптимального резервирования. Впрочем, труднее всего оказалось решить организационные вопросы. Мощнейшим рычагом минимизации упомянутых затрат на техобслуживание всегда являлась унификация элементной базы, конструктивов и других технических решений. Однако системы подлодки создавались десятками предприятий страны, которые относились к разным министерствам и работали по разным нормативным документам. Общесоюзная стандартизация ещё была слаба, а рынок, как эффективный механизм стандартизации, отсутствовал. Поэтому проблема решалась «силовыми» методами – на уровне высокого руководства (в частности, научного) и Совета министров СССР. Участие в Проекте 705 было престижным, поэтому руководители проекта организовывали конкурсные разработки. Так, конструирование

блоков логического управления было заказано сразу четырём организациям (лучшей была признана разработка СПКБ ЮВМА, г. Ростов-на-Дону).

Немало сил было затрачено на комплексную отладку систем. Как правило, процесс отладки начинали уже после монтажа всей аппаратуры на объекте. Это приводило к значительным потерям времени и было сопряжено с потенциальным риском аварий. В дело вмешался Вадим Александрович, который решительно настаивал на необходимости создания отладочных стендов, воспроизводящих с помощью математических моделей режимы функционирования технологических комплексов (главной энергетической установки, комплекса маневрирования корабля в пространстве, электроэнергетической системы, боевой информационно-управляющей системы и других систем). Стенды изготовили, и процедура ввода в действие и предварительной отладки штатных систем была значительно упрощена.

Существенное сокращение численности операторов сопровождалось специальными мерами по усилению защиты от их ошибочных действий, что оказалось возможным только благодаря применению логических средств автоматизации нового поколения.

Опыт автоматизации АПЛ Проекта 705 кардинально изменил отношение руководства флота к проблеме комплексной автоматизации кораблей. Господствовавшее среди высшего офицерства недоверие к средствам автоматики сменилось на адекватное отношение к автоматизации как к одному из важнейших средств обеспечения боеготовности кораблей, включая устойчивость их динамики.

В результате Институт завоевал высокий авторитет у судостроительных организаций. В 70–80-е гг. был выполнен цикл работ по развитию идей автоматизации новых проектов кораблей. Ряд сотрудников Института, принимавших уча-



**Ледокол «Сибирь» (сотрудников ИПУ разглядеть трудно)**

стие в работах по Проекту 705, привлекли вновь для научного руководства процессом автоматизации новой серии атомных ледоколов («Арктика», «Сибирь»), а также новой серии танкеров и контейнеровозов. В открытой печати тогда удалось опубликовать лишь ту часть полученных результатов, которые относились к крупнотоннажным судам (монография: Теоретические вопросы построения АСУ крупнотоннажными транспортными судами. М.: Наука, 1978).

Какие же выводы можно сделать из рассказа о работах по Проекту 705?

Во-первых, вывод о том, насколько велика роль эффективных организационных механизмов и насколько значимо правильное понимание руководителями и исполнителями всей важности работы. Вадиму Александровичу удалось собрать

коллектив единомышленников, создать атмосферу сотрудничества, привить людям чувство предельной ответственности (чему сам он был ярким примером). В работе, которая шла как общеинститутская тема, участвовали примерно 10 лабораторий. Весь коллектив исполнителей был разбит на группы. Состав каждой группы формировался не по лабораторному, а по тематическому принципу.

Во-вторых, была выбрана правильная политика сотрудничества с организациями-соисполнителями по принципу «учимся сами – учим других». Это позволило добиться взаимного доверия и стабильного творческого сотрудничества со специалистами смежных организаций. Наиболее тесно Институт работал с проектными и научно-исследовательскими организациями Ленинграда, Москвы, Обнинска и Нижнего Новгорода.

В-третьих, было введено неукоснительно исполнявшееся правило обязательного обмена результатами исследований всех организаций-соисполнителей. За этим следовали обсуждение, подготовка проекта решения и утверждение этого решения соответствующим научным руководителем.

В-четвёртых, конкурсная, конкурентная организация разработок основных технических решений, особенно средств автоматизации, оказалась крайне действенным механизмом.

При этом Институт осуществлял научное сопровождение всех стадий испытаний опытной подложки и первого её серийного образца.

Значительный вклад в автоматизацию АПЛ Проекта 705 внесли В.А. Трапезников, Д.И. Агейкин, В.Ю. Кнеллер, С.И. Бернштейн, Б.Г. Волик, М.Х. Дорри, М.М. Соловьёв, Г.Г. Гребенюк, С.М. Доманицкий, Г.Э. Острецов, М.Г. Тахтамышев, Б.Я. Коган, Ф.Б. Гулько, В.М. Дворецкий, Г.Г. Молчанов, А.И. Попов, В.П. Силанчев, А.Ф. Волков, В.А. Ведешенков, В.Д. Зенкин, Г.К. Сорокин, Г.Б. Семёнов, А.В. Лебедев, Т.А. Турковская, И.Е. Декабрун, Н.А. Шавыкин.

Работа была отмечена правительственными премиями и наградами. Среди них: Ленинская премия (В.А. Трапезников), Государственная премия (Д.И. Агейкин, А.Ф. Волков), орден Октябрьской Революции (Д.И. Агейкин), орден Трудового Красного Знамени (С.И. Бернштейн, Б.Г. Волик), орден «Знак Почёта» (В.А. Ведешенков, И.Е. Декабрун, Г.Э. Острецов), медаль «За трудовую доблесть» (Ф.Б. Гулько, Г.Г. Молчанов), медаль «За трудовое отличие» (М.Х. Дорри, М.Г. Тахтамышев).



Открытие I Конгресса ИФАК в Колонном зале Дома Союзов (нынешняя Госдума) в Москве (1960)



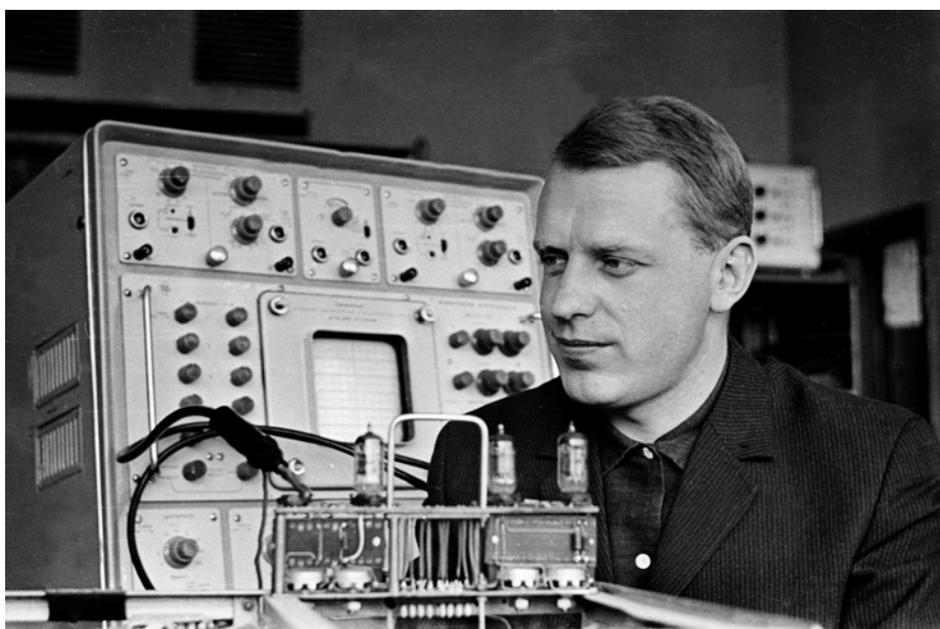
Молодая лаборатория А.Г. Бутковского без начальника



...и во главе с Анатолием Григорьевичем



**Выступление перед Трапезниковым (даже для Цыпкина это серьёзно)**



**Саша Шубин (из лаборатории Фельдбаума) за работой**



Мы пока в двойном подчинении: АН СССР и Минприбора, –  
а бывшего министра Михаила Сергеевича Шкабардню и сейчас ценят и уважают



**Люда (Людмила Арнольдовна Дартау) ещё не знает, что станет творцом знаменитой медицинской системы ЭДИФАР**

## Суровые будни



на субботнике...



...и в подшефном колхозе

Радостные праздники



Однажды в Ноябре



Обе колонны ИАТа – за науку управления



Совещание на ходу:  
президент АН СССР акад. А.П. Александров, директор ИАТа акад. В.А. Трапезников и И.В. Прангишвили

# Надёжность, живучесть, техногенная безопасность, эффективность

Первые работы по проблемам оценки работоспособности технических средств и систем на этапе их эксплуатации были выполнены в Институте в начале 50-х гг., исследования по этой тематике продолжаются и поныне. По мере углубления теоретических основ этих работ расширялись области прикладных исследований – от отдельных элементов до сложных управляющих систем типа АСУ атомными электростанциями.

Исследования по проблеме надёжности были инициированы членом-корреспондентом АН СССР Борисом Степановичем Сотсковым. Полученные тогда результаты сводились к обобщению экспериментальных данных и разработке математических моделей анализа надёжности элементов автоматики. В 50-е гг. основное внимание уделялось надёжности таких элементов, как реле (электрические контакты) и другая коммутирующая аппаратура. Результаты этих исследований описаны Б.С. Сотсковым в его книгах: «Основы расчёта и проектирования элементов автоматических и телемеханических устройств» (М.: Госэнергоиздат, 1953) и «Электрические контакты» (М.: Госэнергоиздат, 1956). В 60-е гг. в руководимой Б.С. Сотсковым лаб. № 12 формулируется новое направление в исследовании проблемы надёжности – физические основы надёжности элементов автоматики, – в рамках которого создаются модели анализа влияния физических факторов процесса эксплуатации на показатели параметрических и катастрофических отказов элементов. Значительный вклад в это направление внесли И.Е. Декабрун, Б.П. Петрухин, С.Е. Ростковская, Н.А. Шавыкин.

Впоследствии результаты теоретических исследований вошли в инженерную практику в качестве стандартов и типовых методик расчёта надёжности элементов, приборов и устройств, а также планов их испытаний. Эти методики с середины 60-х гг. имели статус официальных документов в Минприборе и Минсудпроме.

Начало 60-х гг. открывает эпоху бурного развития автоматизации в стране, создания крупных автоматизированных комплексов в оборонной, химической и металлургической промышленности и других отраслях народного хозяйства.

Резко возросла цена отказов, особую актуальность приобрели методы прогнозирования и обеспечения надёжности систем на всех стадиях их жизненного цикла, особенно стадии проектирования. Наряду с ростом требований к достоверности оценок надёжности технических средств автоматизации возросли требования к достоверности оценок влияния выбора структуры и регламентов технического обслуживания на надёжность систем. В ряде лабораторий Института были развёрну-



**Борис Степанович  
Сотсков**

ты теоретические и прикладные работы по исследованию проблем надёжности. Хорошим импульсом к развитию работ этого направления послужил доклад члена-корреспондента АН СССР М.А. Гаврилова на I Международном конгрессе ИФАК «Структурная избыточность и надёжность работы релейных устройств» (Труды ИФАК, изд. АН СССР, 1961, т. 3). Ряд работ публикуют Г.А. Шастова, А.И. Коёкин, В.В. Наумченко, С.М. Доманицкий и другие сотрудники Института. Выходят книги: *Райкин А.Л.* Элементы теории надёжности для проектирования технических систем. – М.: Сов. радио, 1967); *Доманицкий С.М.* Построение надёжных логических устройств. – М.: Энергия, 1971; *Шастова Г.А., Коёкин А.И.* Выбор и оптимизация структуры информационных систем. – М.: Энергия, 1972.

Замечательная особенность этих работ – демонстрация предлагаемых методов на примерах реальных классов систем сложной структуры, в разработках которых авторы принимали непосредственное участие. Универсальное значение имели рекомендации по обеспечению отказоустойчивости систем посредством введения различных видов избыточности: структурной, временной, информационной. Одним из таких предложений оказалось исследование А.Л. Райкиным и А.С. Манделем нового класса методов введения избыточности – динамического резервирования аппаратуры. В это же время В.А. Лотоцкий, другой ученик А.Л. Райкина, впервые рассмотрел оригинальные постановки задач одновременно-го управления запасами запасных частей и принадлежностей (ЗИП) и планирования технического обслуживания.

В этот период проблема надёжности отечественной техники была поднята на государственный уровень. В центральных газетах публикуются статьи академиков В.А. Трапезникова, А.И. Берга, В.А. Котельникова. Вообще 60–70-е гг. отмечены массивным изданием литературы по теории и практике надёжности, и это при том, что в те времена требования к новизне материала и качеству его изложения были значительно выше, нежели в наши дни. Особо отметим основополагающие работы Б.В. Гнеденко, Ю.К. Беляева и А.Д. Соловьёва, А.М. Половко, И.А. Рябинина, Г.В. Дружинина, И.А. Ушакова.

В 70-е гг. задача анализа надёжности становится неотъемлемым компонентом процесса проектирования: в число обязательных проектных документов при создании технических систем стали включать раздел «Проектный анализ надёжности». Резко вырос уровень требований к точности расчётов, понадобились новые методы, которые более полно учитывали особенности структур систем и снижение их работоспособности при отказе отдельных компонент.

В период 70–80-х гг. теория надёжности решительно шагнула в класс динамических моделей надёжности, позволяющих количественно учитывать влияние таких факторов, как развёрнутая во времени последовательность отказов элементов системы. Н.В. Лубковым был предложен новый метод количественной оценки надёжности с использованием класса динамических моделей. В качестве такого класса моделей использовались введённые Р. Ховардом марковские процессы с доходами, соответственно, и метод Лубкова получил название МПД-метода (см. «Автоматика и телемеханика», 1972, № 8: *Н.В. Лубков* «О вычислении некоторых средних вероятностных характеристик систем управления»). Главные достоинства МПД-метода заключались в возможности анализировать системы сложной структуры с несколькими допустимыми уровнями работоспособности и получать разнообразные количественные оценки – от полного набора стандартизированных пока-

зателей надёжности до таких специальных показателей, как работоспособность системы, временное распределение состояний и значения отвечающих этим состояниям доходов и потерь. МПД-метод был принят Минприбором в качестве нормативного документа. В те же годы Н.В. Лубковым при участии В.И. Злобинского был разработан метод ускоренного статистического моделирования надёжности систем сложной структуры (см.: Логико-статистический метод надёжностного анализа сложных систем // Приборы и системы управления. 1976. № 4). Программный комплекс, реализующий этот метод, был зарегистрирован во Всесоюзном фонде алгоритмов и программ. Оба метода применяются для анализа систем в авиации, ядерной энергетике, химических и других производствах.

Динамические модели надёжности открыли новый путь к решению важной проблемы оценки качества функционирования систем. Появилась возможность научно обоснованного разговора об эффективности системы, и в частности её экономической эффективности. Впервые была продемонстрирована возможность формирования показателей, которые органично связывали между собой динамические, надёжностные и ресурсные особенности систем, позволяя оценить их вклад в техническую и экономическую эффективность. В то же время удалось обосновать необходимость проведения анализа динамики показателей эффективности при выборе наиболее предпочтительного варианта проектируемой системы (см.: *Волик Б.Г.* Анализ влияния надёжности на экономическую эффективность АСУТП // Приборы и системы управления. 1976. № 4).

Совокупность методов анализа структур и выбора наилучшего варианта проектируемой системы была представлена в монографии: *Волик Б.Г., Лубков Н.В., Буянов Б.Б., Максимов В.И., Степанянц А.С.* Методы анализа и синтеза структур управляющих систем. М.: Энергоатомиздат, 1988.

Естественным развитием работ по проблемам надёжности стала постановка в 80-е гг. вопроса об исследовании свойства живучести систем. Живучесть определяется как способность системы сохранять допустимый уровень работоспособности при поражающих внешних воздействиях. Специфическая особенность анализа живучести заключается в необходимости формирования моделей развития поражающих факторов и утраты стойкости элементов системы по отношению к этим факторам. Новые результаты по этой проблеме были получены А.В. Антоновым. Им разработаны детерминированный и статистический методы формирования оценок показателей живучести. В 1988 г. понятие «живучесть» было впервые включено в терминологию автоматики («Теория управления, терминология. Сборник рекомендуемых терминов», вып. 107. М.: Наука, 1988). Анализ живучести позволяет оценить пространственную (топологическую) структуру системы, то есть изучить влияние пространственного размещения элементов системы на её стойкость к поражающим факторам внешней среды.

Значительный объём теоретических и прикладных исследований выполнен в Институте по обеспечению надёжности отдельных классов элементов и систем (интегральных схем, элементов пневмо- и гидроавтоматики, блоков логических устройств и др.). Для этого класса задач основное внимание уделялось разработке идеи обеспечения отказоустойчивости с помощью встроенных в структуру системы схем или блоков самодиагностики. В конце 60-х гг. группа под руководством А.Ф. Волкова разработала вычислительный комплекс для важного оборонного объекта, в архитектуру которого было включено диагностическое ядро. С целью

сокращения объёма тестовых программ был использован принцип диагностирующих подсистем переменной структуры. Результаты этой разработки изложены в книге: *Волков А.Ф., Ведешенков В.А., Зенкин В.Д.* Автоматический поиск неисправностей в ЦВМ. М.: Сов. радио, 1968.



**Павел Павлович  
Пархоменко**

Работы по технической диагностике, начатые в Институте в конце 50-х гг. под руководством П.П. Пархоменко (ныне члена-корреспондента РАН), стали новым направлением в теории обеспечения работоспособности систем. В 1981 г. вышла обобщающая монография: *Пархоменко П.П., Согомонян Е.С.* Основы технической диагностики. – М.: Энергия. Влиянию диагностики на отказоустойчивость систем посвящено немало работ сотрудников нашего Института. Достаточно полное представление о разработках этого направления можно получить по работе: *Согомонян Е.С., Слабаков Е.В.* Самопроверяемые устройства и отказоустойчивые системы. – М.: Радио и связь, 1989.

Стало возможным ввести понятие контура структурного управления, информационная часть которого включает средства контроля, самодиагностики и диагностики, центральная часть – средства в основном логические, принятия решений и исполнительная часть – средства резервирования и реконфигурации алгоритмической и технической структур объекта управления, контуров координатного и параметрического управления. В такой, по сути, трёхконтурной системе может обеспечиваться компенсация не только координатных и параметрических возмущений, но и структурных.

В 90-е гг. были начаты работы по анализу и обеспечению техногенной безопасности систем (*Волик Б.Г.* О концепциях техногенной безопасности. // *АиТ*, 1998, № 2 и *Волик Б.Г.* Проблемы анализа техногенной безопасности. // *АиТ*, 1998, № 12). Из числа крупных прикладных работ этого направления отметим исследование надёжности и безопасности технологического комплекса уничтожения химического оружия, выполненное А.С. Степанянцем и В.С. Викторовой.

В конце 90-х гг., с развитием рыночной экономики, резко возрос интерес к прогнозам производительности и эффективности крупных технологических комплексов. Решение таких задач потребовало комбинирования различных методов анализа надёжности систем и разработки программных комплексов автоматизации анализа.

Сегодня Институт проблем управления располагает полным комплексом научно обоснованных методов и программного обеспечения для проведения самых разнообразных исследовательских и проектных работ – от обработки исходных экспериментальных данных о работоспособности элементов до получения оценок надёжности, живучести и эффективности систем сложной структуры.

# Автоматизированные информационно-управляющие системы (АИУС)

Исследования в этом направлении активно развивались с начала 70-х гг. силами лаб. № 9 (первый зав. лаб. д.т.н., проф. А.Ф. Волков, ныне – к.т.н. В.Н. Лебедев), лаб. № 20 (первый зав. лаб. д.т.н., проф. А.Г. Мамиконов, участники: к.т.н. В.В. Кульба – ныне зав. лаб. № 20, д.т.н. проф.; к.т.н. С.А. Косяченко – ныне д.т.н., проф.; к.т.н. А.Д. Цвиркун – ныне зав. лаб. № 33, д.т.н., проф.), лаб. № 32 (первый зав. лаб. д.т.н., проф. О.И. Авен) и лаб. № 37 (первый зав. лаб. д.т.н., проф. В.Л. Эпштейн, ныне – к.т.н. В.А. Грузман). Сегодня это направление – в части проблем автоматизации проектирования – развивается также в лаб. № 18 (долгие годы, до дня своей кончины, её заведующим был д.т.н., проф. Е.И. Артамонов, в настоящее время обязанности заведующего лабораторией исполняет д.т.н., проф. А.В. Толоч).

Новизна и актуальность темы обусловили высокую научную значимость и крупномасштабность работ по созданию и внедрению АИУС в различных областях народного хозяйства. И это при полной непроработанности теоретических основ, моделей и методов формализации и автоматизации разработки оптимальных модульных систем обработки данных (СОД). Поэтому основной задачей исследователей стали создание общей теории и разработка формализованных моделей а также методов анализа и синтеза оптимальных модульных систем обработки данных в АИУС различного класса и назначения.



**Акоп Гаспарович  
Мамиконов**

На основе сформулированных в Институте принципов модульности и типизации была создана единая методология и технология анализа и синтеза структуры оптимальных модульных АИУС. В основу предложенной технологии положен принцип последовательного использования адекватных моделей и методов анализа и синтеза на этапах технического и рабочего проектирования АИУС. Это позволило разработать и практически реализовать типовые задачи и модели анализа и синтеза оптимальных модульных АИУС, содержание которых определялось этапами и целями разработки. Типовые методы синтеза основаны на использовании графовых моделей, которые позволяют не только описать множество допустимых вариантов построения элементов системы и их взаимосвязей, но и обеспечить выбор оптимального варианта.

Принципы, технология, модели и методы анализа и синтеза оптимальных модульных СОД дают возможность формализовать, алгоритмизировать и в большин-



**Альберт Фёдорович  
Волков**

стве случаев автоматизировать основные этапы и процедуры создания оптимальных модульных систем обработки данных АИУС, включая:

- проведение формального анализа и структуризацию исходной информации, используемой для технического проектирования;
- синтез оптимальной модульной системы обработки данных;
- определение содержания межмодульного интерфейса и оптимального состава программных модулей при заданном информационном обеспечении;
- оптимальное построение информационного обеспечения, его основных частей и элементов;
- выбор логической и физической структуры банков данных, информационных массивов, способов их организации, размещения во внешней памяти и т.д.;
- выбор оптимальных методов контроля и обеспечения достоверности при обработке данных в АИУС различного класса и назначения.



**Владимир Васильевич  
Кульба**

Предложенная технология позволила минимизировать общую трудоёмкость и длительность разработки информационного и программного обеспечения информационно-управляющих систем; обеспечить высокое качество и надёжность разработанных комплексов программ и их информационного обеспечения; добиться унификации технологии разработки информационного и программного обеспечения уникальных и типовых АИУС различного назначения.

Применительно к проектированию типовых модульных АИУС были разработаны методы формализации анализа требований к алгоритмам решения заданного множества задач, методы оценки степени их информационной, процедурной и технологической общности, а также методы синтеза оптимальной структуры программного и информационного обеспечения. Разработаны также модели и методы анализа технологий решения заданного множества задач обработки данных одного класса. Созданные модели и методы обеспечивают выделение общих (типовых) частей заданного множества задач, его подмножеств, специфических частей каждой задачи и построение интегрированного графа технологии, включающего типовые и специфические части. Определение параметров типизации (общности) его элементов осуществляется путём последовательной кластеризации задач, представленных интегрированным графом, по критериям близости (подобия) информационных, процедурных и технологических характеристик решаемых в АИУС задач обработки данных. В результате выполнения процедур кластеризации формируются подмножества подграфов интегрированного графа, характеризующиеся различными уровнями типизации, и набор характеристик, которые являются исходными при синтезе типовой модульной АИУС по заданному критерию эффективности с учётом имеющихся ограничений. Использование предложенных методов позволяет ускорить процесс разработки и отладки программного и информационного обеспечения АИУС в среднем в 1,5–2 раза, сократить общее время и затраты на разработку типовых АИУС в 5–10 раз.

В качестве необходимого элемента предложенной технологии анализа и синтеза АИУС был использован созданный в лаб. № 20 метод формализованного

представления результатов анализа и разработки АИУС, позволяющий с помощью набора стандартных форм документов представлять полученную информацию в удобном для использования виде.

Возросшие требования пользователей к оперативности обслуживания заявок в АИУС, улучшение характеристик средств вычислительной техники и передачи данных привели к выделению специального класса систем обработки данных, работающих в режиме реального времени (АИУС РВ) и характеризующихся большим разнообразием и сложностью взаимосвязей составляющих их элементов в условиях обработки пользовательских заявок (поступающих в случайные моменты времени) при жёстких ограничениях на времена их обслуживания.

Для данного класса систем были поставлены и решены задачи оптимального синтеза модульных АИУС РВ, использующих различные дисциплины обслуживания заявок. На постановку и решение задач синтеза АИУС РВ данного класса накладывается ряд ограничений, продиктованных реальным масштабом времени работы системы и модульной организацией программного и информационного обеспечения. Основным ограничением является необходимость учёта динамики реализации программных модулей, обусловленной выбранной дисциплиной диспетчеризации, характеристиками потоков заявок, потерями от ожидания их обслуживания и наличием взаимосвязей между заявками и задачами обработки данных. Поставленные задачи решены при использовании критериев максимума производительности и коэффициента готовности АИУС РВ.

Для повышения сохранности обрабатываемых данных рассмотрены несколько вариантов использования в АИУС РВ информационной избыточности. Разработан метод синтеза структуры оптимальных модульных АИУС РВ по критерию максимума коэффициента готовности системы, что обеспечивается выбором необходимого уровня резервирования синтезируемых программных модулей и информационных массивов при учёте ограничений на число носителей информации и избыточность хранимых данных.



**Олег Иванович  
Авен**

В конце 80-х гг. в связи с развитием вычислительных средств и технологий создания и использования баз и банков данных в Институте были разработаны модели и методы синтеза оптимальных логических и физических структур баз данных АИУС: локальных (ЛБД), сетевых (СБД) и распределённых (РБД).

При решении задач синтеза оптимальных логических ЛБД и СБД определяются:

- оптимальные характеристики логических структур ЛБД и СБД (состав и структуры логических записей и взаимосвязей, точки входа в структуры и другие характеристики);
- оптимальные структуры запросов и заданий на корректировки;
- оптимальные спецификации запросов и заданий на корректировки в архитектуре «клиент-сервер».



**Анатолий Данилович  
Цвиркун**

При синтезе логической структуры РБД группы данных канонической структуры РБД объединяются в типы логических записей и распределяются одновременно с локальными базами метаданных (ЛБМД) репозитария системы по узлам вычислительной сети (ВС).

Основными критериями эффективности синтеза логических структур РБД являются достижение минимума:

- общего времени последовательной и параллельной обработки множества запросов пользователей, в том числе при наличии многопроцессорных серверов в отдельных узлах ВС;
- общего времени последовательного выполнения множества транзакций;
- стоимости функционирования корпоративной АИУС.

Задачи синтеза структур БД решаются при ряде технологических и структурных ограничений. При решении задач синтеза оптимальных логических структур РБД определяются:



**Виталий Николаевич  
Лебедев**

- оптимальные характеристики логической структуры РБД (состав и структуры логических записей и взаимосвязей, структура размещения логических записей по серверам баз данных);
- структура размещения ЛБМД репозитария по серверам узлов ВС;
- оптимальные структуры реализации запросов и транзакций.

Результаты, полученные на этапе синтеза оптимальных логических структур ЛБД, СБД и РБД, используются в дальнейшем при синтезе физических структур БД и модульного прикладного программного обеспечения с учётом особенностей реализации SQL-запросов.

Одним из направлений повышения надёжности АИУС явилась разработка единой методологии реализации системной отладки как основного этапа формирования качества комплексов программ АИУС, определяющего процедуры системной отладки и базирующегося на использовании моделей и методов оптимизации на многоэтапном итеративном процессе формирования комплекса программ заданного качества. Качество комплекса программ оценивается с помощью специально разработанной системы обобщённых показателей, перечень которых определяется технологией отладочных работ. Использование показателей качества в соответствии с последовательностью технологических процедур отладки обеспечивает эффективное применение методов оптимизации планирования и автоматизации отладочных работ.

В связи с возросшими требованиями к информационной безопасности АИУС были исследованы: проблемы её обеспечения на законодательном и организационном уровнях, проблемы информационного управления, методы защиты информации от несанкционированного доступа и методы



**Владимир Лазаревич  
Эпштейн**

обеспечения достоверности и сохранности информации. Целью исследований являлась разработка новых методов и способов резервирования и защиты информации на различных уровнях её представления, а также методических рекомендаций в области обеспечения информационной безопасности, включая рекомендации по защите от агрессивных информационных воздействий на различные структуры общества. Были разработаны комплексы формализованных методов и средств обеспечения достоверности и сохранности информации при обработке данных в системах организационного управления. С использованием вновь введённых понятий «механизм контроля и защиты данных» и «стандартная схема обработки данных» была разработана методика оценки достоверности для различных структур обработки данных и законов возникновения и взаимодействия ошибок. Подробно рассмотрен широкий круг вопросов резервирования программных модулей и информационных массивов в АИУС как системного метода повышения сохранности данных. Выделены основные стратегии резервирования и приведены результаты анализа их эффективности по различным критериям, а также методы расчёта основных вероятностных, временных и стоимостных характеристик рассмотренных стратегий. Проведен анализ основных факторов разрушения модулей и массивов и даны рекомендации по использованию необходимых методов защиты от их воздействия. Поставлены и решены задачи выбора стратегий резервирования и оптимального числа копий и (или) предыстории (дампов) основного массива. Рассмотрены задачи оптимального резервирования программ и массивов данных в системах обработки данных, работающих в реальном масштабе времени.

Важным направлением исследований является создание методов и моделей планирования и управления комплексами мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС). Разработаны методология, аппарат и прикладные методы создания систем и средств организационного управления комплексами мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий ЧС, возникающих на объектовом и региональном уровнях. Формализовано понятие сценария развития ЧС и исследованы методы его использования для моделирования процессов развития ЧС и ликвидации их последствий, включая формирование базовых (наиболее вероятных) сценариев развития на объектовом и региональном уровне, а также выделения их очаговых структур. Использование разработанных методов и моделей, алгоритмов и программ позволяет повысить оперативность процессов моделирования возможных сценариев развития ЧС, сконцентрировать ресурсы на наиболее опасных направлениях, повысить качество превентивных и оперативных планов противодействия ЧС, что, в свою очередь, существенно снижает общие конечные потери и ущерб от их возникновения и развития.

На базе результатов исследований было создано и успешно развивается новое научное направление, связанное с разработкой математических моделей и механизмов управления и функционирования сложных социально-экономических систем (СЭС) на основе сценарного подхода. Сценарный подход позволяет описывать процессы развития СЭС на различных уровнях детализации, учитывать динамику



**Владимир Аронович  
Грузман**

и дискретный характер изменений различных её элементов, формализовать ресурсные, технологические, логические и другие ограничения и решать на единой методологической основе широкий спектр задач стратегического управления. Сценарий является необходимым промежуточным звеном между этапами целеполагания и формирования конкретных планов работ и становится основным инструментом при разработке моделей и методов выбора эффективных стратегических и оперативных решений по планированию и управлению функционированием СЭС.

Полученные результаты позволили в конце 90-х гг. разработать основные положения и ряд программных комплексов промышленной технологии автоматизированного проектирования АИУС. Методология и соответствующие программные средства ориентированы на комплексное решение задач автоматизации этапов разработки, внедрения, сопровождения и модификации проектов систем управления на базе новейших достижений в области создания микропроцессорной техники, локальных и распределённых сетей ЭВМ, максимального использования принципов модульности и типизации.

Промышленная технология автоматизированного проектирования (ПТАП) АИУС реализуется с использованием САПР «Модуль», «АРИУС», а также методов и систем компьютерной графики, которые обеспечивают:

- минимизацию общей трудоёмкости и длительности разработки информационного и программного обеспечения АИУС;
- высокое качество и надёжность разработанных комплексов программ и их информационного обеспечения;
- унификацию технологии разработки информационного и программного обеспечения АИУС различного назначения;
- эффективное использование ресурсов памяти и производительности ЭВМ;
- возможность совместных действий разработчиков и пользователей в процессе проектирования АИУС.

Адаптируемость структуры и средств ПТАП к непрерывно меняющимся условиям функционирования АИУС обеспечивается в САПР «Модуль» за счёт их настройки на конкретную предметную область, осуществляемой посредством генерации, конфигурирования и параметризации её компонент. В последнее время в рамках ПТАП разработаны научно-теоретические основы создания АИУС на основе многомерных постреляционных СУБД и инструментальных средств четвёртого поколения в соответствии со стандартами «открытых систем», что позволяет обеспечить АИУС высокую мобильность, аппаратную независимость и эффективную обработку данных различных типов в многопользовательском распределённом режиме.

Полученные теоретические результаты применялись при разработке и внедрении ряда АСУ, имеющих важное народно-хозяйственное значение: «Металл», «Метро», «Морфлот», «Обмен», «Почта», автоматизированная система Национального центрального бюро Интерпола при МВД РФ (ИВС Интерпола), ряда информационных подсистем АИУС МВД РФ.

В последнее время полученные результаты были адаптированы применительно к АИУС РВ специального назначения. Разработаны модели и методы анализа, синтеза и отладки оптимальных информационно-управляющих систем специаль-

ного класса объектов – долговременных орбитальных станций (ДОС). На основе исследования ДОС как специального объекта управления разработаны модели, методы и инструментальные средства создания модульного программного и информационного обеспечения АИУС РВ для космических систем.

## Технические средства и системы автоматизации

Работы Института автоматики и телемеханики по созданию технических средств автоматизации начались ещё в годы Великой Отечественной войны, когда поступили государственные заказы на создание средств контроля размеров и чистоты обработки массовых изделий, выпускаемых отечественной оборонной промышленностью. Внедрение в производство разработанных в Институте контрольных автоматов позволило существенно сократить штат контролёров, что в военное время было особенно важно. Эта работа, сопровождавшаяся глубоким научным анализом общего состояния проблемы, быстро вышла за рамки интересов конкретного производства и была обобщена в выпущенной после войны коллективной монографии.

Первые послевоенные годы стали началом развития в стране электронной аналоговой вычислительной техники. Уже в 1949 г. в Институте создаётся первая отечественная электронная моделирующая установка ЭМУ-1. Комплекс работ по созданию таких установок был удостоен в 1951 г. Государственной премии СССР. В это же время активно ведутся исследования по разработке принципов и созданию средств непрерывного управления электродвигателями постоянного тока. В 1949–1960 гг. выпускается первая отечественная общепромышленная серия магнитных усилителей, а через год предлагается и экспериментально обосновывается идея магнитных элементов автоматики с прямоугольной петлёй гистерезиса. Создаются первые программные пневматические регуляторы, которые находят широкое применение в пневматических системах управления компрессорными скважинами на нефтепромыслах Баку.

В 50-е гг., в связи с технологической революцией, во всех отраслях отечественной промышленности интенсифицируются разработки новых средств автоматизации производственных процессов. Назрела необходимость в создании не отдельных приборов, а интегрированных систем, решающих комплексные задачи в целом.

В это время в Институте д.т.н. Б.С. Сотсковым выдвигается идея унификации средств автоматизации технологических процессов с помощью блочно-модульного принципа их построения. Принцип оказался столь плодотворным, что на его базе были заложены основы построения агрегатной унифицированной системы приборов (АУС) (Сотсков Б.С. Основы расчёта и проектирования элементов автоматических



**Борис Степанович  
Сотсков**

и телемеханических устройств. М.: Госэнергоиздат, 1953). Таким образом, к началу 60-х гг. в Институте была инициирована разработка методов упорядочения и унификации средств автоматики.

Силами Института создаётся система автоматического управления технологическими агрегатами бетонных заводов непрерывного действия, использованная при строительстве Куйбышевской, Красноярской и других ГЭС. На базе АУС под руководством д.т.н. Д.И. Агейкина и д.т.н. Е.К. Круг в лабораториях Института разрабатываются схемы и конструкции основных модификаций малогабаритных показывающих приборов, электрических регуляторов и электронных усилителей. В тематической группе, возглавляемой будущей знаменитостью и доктором наук, а тогда к.т.н. В.А. Жожикашвили, выдвигаются принципы построения комплексных телемеханических устройств, сочетающих функции телеуправления, телесигнализации и телеизмерения. Примером использования подобных малогабаритных устройств явилась их установка на подмосковной станции подземной газификации угля. В это же время д.т.н. М.А. Гавриловым разрабатываются основы теории релейно-контактных схем, впоследствии систематизированные им в книге (*М.А. Гаврилов «Теория релейно-контактных схем»*. М.: Изд. АН СССР, 1950), которая стала первой в мире монографией на данную тему.



**Михаил Александрович  
Гаврилов**

Одним из плодотворных направлений исследований тех лет оказалось создание средств телемеханического управления с использованием серийно выпускаемых магнитных и полупроводниковых элементов. С 1958 г. начинается серийное производство разработанных Б.С. Сотсковым и его учениками, д.т.н. М.А. Розенблатом и д.т.н. Н.П. Васильевой, бесконтактных исполнительных устройств с магнитными усилителями, серии полупроводниковых элементов «Логика Т», магнитных логических элементов ЭЛМ-50 и ЭЛМ-400 (на Калининском и Симферопольском заводах).

Начало 60-х гг. характеризуется бурным развитием теории и практики приборостроения. В коллективе под руководством Д.И. Агейкина разрабатываются и исследуются новые принципы построения широкого спектра датчиков, в том числе термомагнитных газоанализаторов, электромагнитных расходомеров, датчиков неразрушающего контроля и концентратомеров на основе вихревых токов, струйных датчиков давления, дилатометрических датчиков температуры, магнитострикционных датчиков перемещения, частотных и время-импульсных датчиков для централизованного контроля и ряда других. Выпущенная под руководством Д.И. Агейкина монография (*Агейкин Д.И., Костина Е.Н., Кузнецова Н.Н. Датчики автоматического контроля и регулирования*. М.: Машиностроение, 1965), обобщающая и систематизирующая принципы построения датчиков тех лет, до сих пор является одной из лучших и широко используется специалистами.



**Дмитрий Иванович  
Агейкин**

Позже в Институте начались работы по созданию полупроводниковых средств восприятия и предварительной обработки оптической информации на основе новых явлений и эффектов в полупроводниковых структурах. Был разработан ряд новых принципов построения полупроводниковых фотоприёмников различных функциональных назначений. Одним из наиболее эффективных и глубоко проработанных полупроводниковых сенсоров этого класса явились фотоприёмники с радиальным электрическим полем, которые много лет выпускались серийно заводом «Измеритель» (Москва). В ИАТе создаются: принципиально новая система телеизмерения, самоприспосабливающаяся к потоку передаваемой информации; система управления нагревом металла; новые гидравлические устройства автоматики (следающий привод, регулирующая колонка и др.).

Созданы системы БАРС (для автоматического анализа) и ПАРУС (синтез релейных устройств), а также устройства телеуправления с большим количеством элементов, предназначенные для управления наземным комплексом световых и радиотехнических средств посадки самолётов. Система БАРС разработана под руководством М.А. Гаврилова его учеником, ныне членом-корреспондентом РАН П.П. Пархоменко. Она и сегодня находится среди экспонатов Политехнического музея, а в своё время вызвала истинный восторг у посетившего Институт «классика» Клода Шеннона. В 1958 г. за цикл работ по теории релейных устройств Президиум Академии наук СССР присудил М.А. Гаврилову премию им. П.М. Яблочкова.

На базе результатов, достигнутых в области пневмоавтоматики, предложен элементный принцип построения приборов пневмоавтоматики, на основе которого разработана унифицированная система элементов промышленной пневматики (УСЭППА). За разработку этой системы доктора технических наук М.А. Айзерман и А.А. Таль, кандидат технических наук А.А. Тагаевская, инженеры Т.К. Берендс и Т.К. Ефремова были удостоены Ленинской премии. В развитие этих работ был выдвинут новый аэродинамический принцип построения приборов, что стало началом новой науки – пневмоники, определяющей закономерности построения струйной техники.

Блочно-модульный принцип построения был использован при создании появившейся в те годы электрической агрегатной унифицированной системы приборов (ЭАУС), представляющей собой комплекс унифицированных регулирующих и функциональных устройств. Принятый в этой системе унифицированный электрический сигнал связи 0–5 мА обеспечивал совместимость работы её приборов с первыми промышленными машинами централизованного контроля и управления.

В 1967–1973 гг. создается универсальная система элементов гидравлической регулирующей автоматики (СЭГРА).

Начиная с середины 60-х гг. несомненным успехом явились создание и серийный выпуск нового класса средств электроизмерений – автоматических измерителей параметров комплексных величин (ёмкости, индуктивности, сопротивления, добротности и т.д.). Созданию этого класса сложнейших электроизмерительных приборов, в которых соединяются наивысшие достижения в области метрологии и автоматики, предшествовал период глубоких научных исследований и разработок. Своевременно оценив высокую перспективность автоматизации измерений параметров разнообразных объектов на переменном токе, учёные Института заложили



**Владимир Юрьевич  
Кнеллер**

теоретические основы построения таких приборов, разработав, в частности, не имевшие аналогов в автоматике методы быстрого поиска состояния равновесия измерительной цепи, так называемого координированного уравнивания. Методология координированного уравнивания позволила создать самые быстродействующие в мире автоматические мосты для измерения комплексных величин (P5010, P5058 и др.). В 1976 г. эта работа была отмечена Государственной премией СССР (д.т.н. В.Ю. Кнеллер, к.т.н. Ю.Р. Агамалов – ныне д.т.н.).

Работы в этой области продолжаются в Институте до настоящего времени. Это позволило решить многие принципиальные вопросы теории преобразования и измерения параметров двух- и многомерных объектов на переменном токе, а также разработать ряд оригинальных решений, позволяющих создавать конкурентоспособные приборы с метрологическими характеристиками мирового уровня и всё более развитыми функциональными и адаптивными возможностями. К таким приборам относятся, например, созданные в Институте на рубеже столетий виртуальные измерители/анализаторы импеданса.

Работы в области создания приборов велись столь интенсивно, что возникла необходимость систематизации результатов, полученных при разработке средств автоматизации с электрическим цифровым и аналоговым сигналами, а также сигналами на основе пневматики, пневмоники и гидравлики. Этой исследовательской задачей было положено начало созданию под руководством Института основ построения Государственной системы приборов и технических средств автоматизации (ГСП).

Появление ГСП стало крупным событием в практике мирового приборостроения. Сложнейшая система взаимосвязанных технических средств была впервые реализована в общегосударственном масштабе на единых системотехнических принципах. Коллективом специалистов под руководством члена-корреспондента АН СССР Б.С. Сотскова формировалась общая структура системы, позволяющая обеспечить единый подход к разработке средств автоматики с различными энергетическими носителями сигналов связи, вырабатывались принципы взаимной конструктивной, информационной и эксплуатационной совместимости технических средств, определялись предпосылки для разработки основополагающего стандарта ГОСТ 12997-67 «ГСП. Общие технические требования».

Второй этап формирования ГСП совпал с проведением работ по созданию первых автоматизированных систем управления в различных отраслях промышленности, что потребовало расширения номенклатуры технических средств. Теперь эти средства практически полностью создавались в рамках ГСП.

В 60–70-е гг. коллектив разработчиков Института совместно с рядом приборостроительных организаций определяет теоретические основы построения ГСП. Тогда же, параллельно с решением общесистемных задач, развернулись работы по использованию системного подхода к созданию средств автоматизации новых классов. Разрабатывались новые принципы их построения, определялись технические требования к основным блокам электрической ветви, были достигнуты серь-

ёзные результаты в области создания гидравлических средств автоматики, сконструированы и построены бесконтактные электрические исполнительные устройства, получившие широкое применение в автоматических регуляторах.

Третий период развития ГСП можно отнести к историческому этапу широкого внедрения идеологии АСУ с использованием средств вычислительной техники. На этом этапе вновь создаваемые технические средства реализовались в рамках унифицированных агрегатных комплексов, использовавших системотехнические основы и принципы построения ГСП, в том числе агрегатные комплексы средств вычислительной техники (АСВТ), телемеханической техники (АСТТ), локальных информационно-управляющих систем (КТС ЛИУС). Закрепление в государственных стандартах принципов унификации и сопрягаемости выпускаемых и вновь разрабатываемых средств позволило согласовать развитие средств промышленной автоматики, созданных в различное время.

В этот период формулируется агрегатный принцип построения средств контроля и управления на основе базовых конструкций и модулей и, как следствие, развиваются работы по созданию приборов не только для общепромышленного применения, но и в условиях воздействия агрессивных и взрывоопасных сред.

Все результаты третьего периода развития ГСП нашли применение в химии, нефтехимии, металлургии, энергетике, на транспорте. Важно, что практически все вновь разрабатываемые технические средства реализуются в рамках унифицированных агрегатных комплексов, использующих системотехнические основы и принципы построения ГСП.

Данный этап развития технических средств автоматизации совпал с широким внедрением новых средств контроля в промышленные системы автоматизации производственных процессов, построенные на базе аналого-цифровой техники. Под руководством д.т.н. Б.Я. Когана создаются гибридные вычислительные системы ГВС-100, а впоследствии – двухуровневая ГВС «Русалка».



**Дмитрий Евстигнеевич  
Полонников**

Новый импульс созданию аналоговой техники дало появление микро-, а затем наноэлектроники. В Институте создаётся теория расчёта таких устройств, и в 1977 г. её автор, д.т.н. Д.Е. Полонников, становится лауреатом Государственной премии СССР. На базе микроэлектронной технологии были предложены новые принципы построения устройств обработки непрерывной информации, включая преобразователи различного назначения и класса точности, в том числе первичные. Разработки Института (операционные усилители серии 140, 740, 144, 744, 1108) были освоены на заводе ПО «Кристалл» (Киев, 1977), РЗПП (Рига, 1980) и на заводе им. Пегельмана (Таллин, 1986).

Начало 80-х гг. ознаменовалось появлением нового поколения средств автоматизации в виде программно-технических средств и систем. К этому времени в Институте был накоплен определённый научный задел в области разработки систем



**Борис Яковлевич  
Коган**

автоматизации на программируемых микроэлектронных устройствах и созданы средства контроля на базе микропроцессоров. Появляются первые интеллектуальные датчики, умеющие учитывать дополнительные погрешности от изменения температуры, давления или других параметров окружающей среды. Средства переработки информации постепенно «сближаются» с объектом контроля, начинается использование специализированных процессоров. Всё это поставило перед создателями технических средств автоматизации принципиально новые задачи.



**Ивери Варламович  
Прангишвили**

Ещё в начале 60-х гг. в микроэлектронике была выдвинута концепция однородных микроэлектронных логических и вычислительных структур, состоящих из однотипных функциональных элементов с одинаковыми связями между ними (типа нейронных сетей). Концепция разрабатывалась под руководством д.т.н., проф., академика АН ГССР И.В. Прангишвили. В работах сотрудников Института было показано, что использование избыточности, регулярности, параллельности и перестраиваемости однородных структур и связей является кардинальным принципом повышения надёжности и производительности логических и вычислительных устройств, их автоматической адаптации к выполняемым функциям. Результаты теоретических исследований и практических (тогда – только

макетных) разработок Института легли в основу монографии: *Прангишвили И.В., Абрамова Н.А., Бабичева Е.В., Игнатущенко В.В.* Микроэлектроника и однородные структуры для построения логических вычислительных устройств. М.: Наука, 1967, – посвящённой систематизированному изложению проблематики однородных перестраиваемых структур.

Первой «ласточкой» в материализации результатов теоретических исследований стала микро-ЭВМ ПС-300, созданная Институтом совместно с НПО «Элва» (Тбилиси, 1976). Дальнейшее развитие нетрадиционных принципов динамической перестраиваемости вычислительных средств привело к разработке высокопроизводительных многопроцессорных вычислительных систем (МВС) с перестраиваемой структурой (ПС) как с одним, так и со многими потоками команд и данных (*Прангишвили И.В., Виленкин С.Я., Медведев И.Л.* Параллельные вычислительные системы с общим управлением. М.: Энергоатомиздат, 1983).

Оригинальный принцип перестраиваемости МВС серии ПС заключается в способности МВС к динамическому перераспределению параллельных ресурсов каждого типа (устройств управления, процессорных элементов, памяти, устройств ввода-вывода) между задачами, и/или их параллельными фрагментами, и/или параллельными командами фрагментов, то есть к перераспределению, осуществляемому операционной системой или аппаратурными средствами по указаниям в программе или автоматически (посредством анализа процесса выполнения программ) в соответствии с текущими требованиями задач, их фрагментов и команд на ресурсы.

Другие принципы построения МВС серии ПС, широко реализуемые и в современных многопроцессорных вычислительных комплексах, требуют:

- параллелизма организации вычислительных процессов на нескольких уров-

нях – задач, параллельных фрагментов каждой задачи, параллельных векторов и скалярных задач каждого фрагмента;

- создания иерархии управления вычислительными процессами, децентрализации управления вычислениями и обменов информацией;
- модульности и регулярности структуры системы;
- использования специальных программ и аппаратурных средств распараллеливания и конвейеризации вычислений и управления ими.

На этих принципах Институтом совместно с НПО «Импульс» (г. Северодонецк, УССР) были разработаны и освоены в серийном производстве следующие многопроцессорные комплексы:

- ПС-2000 класса ОКМД (1980), ориентированные на решение векторно-матричных задач большой размерности, в первую очередь, в геофизике, метеорологии, при обработке спутниковой информации и пр., с производительностью до 100 млн. операций с фиксированной запятой в секунду;
- ПС-3000 класса МКМД (1982), предназначенные для обработки данных на верхних уровнях иерархии сложных систем управления разветвлёнными технологическими процессами и производствами при прямом цифровом управлении сложными объектами, с производительностью до 15 млн. операций с плавающей запятой в секунду.

Принципиально важно, что по производительности комплексы ПС были соизмеримы с самыми мощными отечественными вычислительными системами соответствующих классов, и это при том, что МВС серии ПС создавались на серийной элементной и конструкторской базе самого общего применения (без использования новых технологий и специальных схем). Именно поэтому машины серии ПС имели наилучшие значения соотношения производительность/стоимость среди всех отечественных МВС.

При разработке алгоритмического и программного обеспечения машин серии ПС был накоплен значительный опыт параллельного программирования и создан обширный алгоритмический багаж, применимый при решении больших вычислительных задач на современных параллельных вычислительных системах. Были также созданы методики разработки параллельного алгоритмического и программного обеспечения.

В дальнейшем были сконструированы (частично «в металле») новые, ещё более мощные комплексы ПС, однако их эволюция была остановлена распадом Советского Союза.

Уникальный опыт, приобретённый сотрудниками Института при создании комплексов ПС, используется при построении отказоустойчивых параллельных бортовых систем, в разработке оригинальных средств управления вычислительными процессами для систем реального времени.

Большой вклад в развитие численных методов параллельных вычислений внёс д.ф.-м.н. Е.Г. Сухов. Им созданы быстрые параллельные алгоритмы синтеза трёхмерных изображений в задачах научной визуализации, разработаны новые параллельные методы восстановления ультразвуковых томографических изображений, основанные на численном решении обратной задачи рассеяния в приближениях

Борна и Рытова. Численно изучена устойчивость полученных алгоритмов. Проанализированы методы решения нелинейной обратной задачи рассеяния акустики. Выполнено исследование рекурсивных структур и алгоритмов решения больших задач линейной алгебры, получены оценки сложности для плотных матриц различных типов. Построены параллельные алгоритмы декодирования Рида–Соломона, предложена параллельная архитектура декодера. Разработаны и исследованы методом Монте-Карло параллельные алгоритмы моделирования. Математические и численные алгоритмы могут быть использованы и для широкого спектра современных вычислительных систем массового параллелизма.

В 1986 г. после аварии на Чернобыльской АЭС Институту проблем управления было поручено возглавить работы по созданию перспективной АСУ ТП для АЭС.

Проанализировав положение в области создания систем управления особо ответственными объектами и последние достижения в сфере методов управления и обеспечения надёжности, в Институте сформулировали концепцию создания распределённой отказобезопасной системы управления, отвечающей требованиям МАГАТЭ по основным параметрам безопасности и уровню автоматизации. Концепция была принята на НТС Минатомэнерго, Минприбора и положена в основу проекта АСУ ТП Башкирской АЭС.

Одно из важнейших положений концепции заключалось в обосновании необходимости создания нового типа технических средств автоматизации – средств программируемой автоматики с параллельной структурой (СПА-ПС).

Разработанная концепция СПА-ПС опиралась на глубокие исследования по теории логического синтеза, процедурам логических вычислений и способам обеспечения отказобезопасности на базе схем с самоконтролем, начатые в Институте ещё в 40-е гг. членом-корреспондентом АН СССР М.А. Гавриловым и развитые его учениками и последователями.

Основные технические идеи, положенные в основу СПА-ПС, заключаются в распределённости, специализации и контролируемости процессов обработки и коммуникации. Эти идеи конкретизируются в следующих принципах построения структуры:

- распределение функций сбора данных, первичной обработки, коммуникации, вычисления управляющих алгоритмов и управление отработкой команд в специализированных модулях (в большинстве случаев – процессорных);
- построение обрабатывающих модулей по контроллерной архитектуре, особенностью которой является выполнение единственной программы обработки в бесконечном цикле;
- полный контроль правильности выполнения процессов обработки, хранения и передачи данных в модулях. При этом в каждом модуле наряду с выходными данными должен формироваться признак (сигнал) их достоверности, а при чтении входных данных с других уровней обработки такой сигнал должен восприниматься и учитываться при обработке данных;
- приспособленность модулей и структурной базовой единицы к резервированию для обеспечения надёжности как на уровне компоновки базовой единицы программируемого контроллера (ПК), так и на уровне структур ПК;
- высокая скорость обработки и детерминированность систем коммуникаций;

- асинхронная работа модулей и систем коммуникации;
- программирование комплекса средств на уровне технологического языка высокого уровня.

Средства СПА-ПС серийно освоены в производстве в 1994–1997 гг. в АО НПК «Автоматика» (г. Омск) и сертифицированы Госстандартом РФ в качестве средств измерений и на соответствие требованиям ГОСТ Р по безопасности.

Принципы, заложенные в основу ГСП, оказались глубокими и перспективными. Поэтому уже в конце 80-х гг. при создании нового поколения технологических и программных средств автоматизации их удалось развить и обобщить применительно к меняющимся экономическим отношениям между предприятиями страны. В результате проведённых в Институте исследований были выдвинуты принципы построения ГСП-2, определившие программно-технический комплекс как новый вид системно-ориентированной приборной продукции.

Если раньше целью построения системы являлось создание только технических средств для удовлетворения потребностей промышленности в автоматизации процессов управления, то теперь цель формулировалась как создание программно-технических средств нового поколения для удовлетворения потребностей хозяйства страны в целом.

В новом времени (1990–2009) в связи с развалом Союза, ликвидацией отраслевой науки, Минприбора, многочисленных институтов и региональных ПО «Автоматика», АСУ и т.п., в условиях нарождающегося рынка сложилась практика передачи заказов на автоматизацию фирмам-интеграторам, деятельностью которых является перепродажа западных разработок, путем переложения функциональности действующих систем на новые более сложные и дорогие технические и программные средства. Кроме того, в силу экономических причин было ликвидировано опытное производство в Институте. Это создало, казалось, непреодолимые трудности в работе лабораторий направления ТС и СА. Однако научный потенциал лабораторий и связи с крупными предприятиями не дали угаснуть работе. На новом этапе задачи, стоящие перед Институтом по созданию новых приборов, объединены с задачами создания систем автоматизации.

## **Основные результаты по ряду лабораторий направления ТС и СА**

### ***Создание новых технических средств автоматизации***

В **лаб. № 2** предложены новые дифференциальные методы измерения расходов текучих продуктов с расширенными динамическими диапазонами для струйных, струйно-вихревых и компенсационных расходомеров. Разработаны и доведены до серийного выпуска устройства струйной автоматики для управления параметрами авиационных двигателей (22 регулятора на 12 типах двигателей). Подтверждена высокая надёжность и большая экономическая эффективность таких систем. Нарботка на отказ струйной техники составила более 5 млн. ч. На базе теоретических исследований по энергосберегающим технологиям природного газа и тепла в промышленности и коммунальном хозяйстве предложен струйный тепловой тормоз, позволяющий управлять температурой в помещении, сократив при этом долю остаточной теплоотдачи до 15–20%.

В **лаб. № 15** разработаны принципы построения нескольких типов полупроводниковых многофункциональных сенсоров (Z-сенсоров), не имеющих аналогов в мировой практике.

Совместно с фирмой «VZ Sensor» были разработаны базовые конструкции и технология производства ряда Z-сенсоров, которые по техническим и эксплуатационным характеристикам абсолютно превосходят все известные полупроводниковые сенсоры того же назначения. Z-сенсоры отличаются уникальной помехозащищённостью, надёжностью, простотой эксплуатации и малым потреблением энергии. Малые габариты Z-сенсоров (1x1x0,3; 2x2x0,3; 5x2x0,3 мм) позволяют использовать их в любых труднодоступных местах. В настоящее время отдельные типы Z-сенсоров выпускаются малыми партиями и поставляются потребителям. В первую очередь к ним относятся различные типы Z-термисторов, магниточувствительные Z-сенсоры и Z-сенсоры ультрафиолетового излучения.

На основе Z-сенсоров разработаны и изготавливаются различные типы портативных систем контроля, управления и диагностики для технических и медицинских целей.

В последние годы в **лаб. № 14** ферромагнитных тонкоплёночных структур ведутся работы по нанозлементам магнитной спинтроники. Проведены исследования МР многослойных тонкоплёночных элементов: датчиков магнитного поля, запоминающих и логических нанозлементов и др. Разрабатывается контрольно-измерительное оборудование для контроля технологического процесса изготовления и исследования этих нанозлементов. Сотрудники лаборатории участвуют в разработке приборов на основе датчиков магнитного поля и тока совместно с рядом заинтересованных организаций.

В лаборатории проведены теоретические исследования нанозлементов обоих типов с позиции их применения в качестве запоминающих и логических элементов, датчиков магнитного поля; предложены новые методы управления и конструкции. В последние годы совместно с рядом организаций проводятся экспериментальные и технологические исследования спин-туннельного МР-перехода, являющегося основой подобных элементов. Получены переходы, обладающие СТМР эффектом.

Более десяти проектов на уровне НИОКР выполнила за последние годы **лаб. № 48**. Были созданы автоматизированная система предупреждения взрывов в шахтах на базе радиочастотного датчика количества осаждаемой пыли, система измерения запасов топлива в баках Международной космической станции, комплекс средств и алгоритмов для определения покомпонентного объёмного содержания нефтеводяного потока в скважинах, датчик расхода неоднородных смесей в безнапорных каналах. Были синтезированы чувствительные элементы с формированием нескольких каналов получения первичной информации в одном элементе и разработаны алгоритмы обеспечения инвариантных многопараметровых измерений. Разработаны алгоритмы измерения положения размытых границ раздела многослойных сред, покомпонентного объёмного содержания многокомпонентных потоков.

### *Создание систем автоматизации*

В 1990–2000 гг. коллектив **лаб. № 3** разработал ряд АСУ ТП. Среди них:

- система управления элеватором (внедрена в г. Бутурлиновка, Воронежская обл.);
- информационная система слежения за качеством теплоносителя (температура, давление, расход и т.п.) в Центральном тепловом пункте (ЦТП); пилотный проект этой системы реализован на двух ЦТП в СВАО г. Москвы; результат эксперимента позволил Департаменту энергетики Правительства Москвы определить техническую политику по автоматизации всех московских ЦТП;
- технические проекты АСУ ТП-90, АСУ ТП-НП (нового поколения), АСУ ТП Бушер (совместно с АЭП Минатом);
- системы управления технологическими процессами нефтедобывающих предприятий (совместно с ООО «Лукойл», ООО «ТНК»).

В теоретическом плане за 2000–2008 гг. созданы концепция и методы управления информационными и материальными потоками на основе событийных моделей объектов автоматизации. Разработана событийная модель структуры объекта управления и процессов поточного типа, включающая следующие модели:

- компонентов (агрегаты: арматура, насосы, ёмкости и т.д.);
- материалопроводов (пассивные элементы: трубы, провода и т.д.);
- процессов (технологически востребованные конфигурации: фрагменты технологической сети, установки, передель и т.п.);
- регламентов (активные технологические сценарии).

Модели технологического процесса в схеме управления используются: для представления в системе состояний реальных процессов и имитации их выполнения сменой состояний жизненного цикла модели; для задания локальной технологической цели; как хранилище данных, определяющих условия выполнения фаз жизненного цикла и целостности процесса, по которым осуществляется его мониторинг.

Благодаря указанным свойствам событийных моделей, удалось построить схему управления процессами, основанную на интерпретации фаз технологического сценария и использовании в механизмах управления структурой процессов принципа управления с обратной связью по отклонению текущего состояния структуры от требуемого. Сценарии предусматривают разделение ролей управляющего персонала по уровню принятия решений, руководству выбором варианта управления, координации различных исполнителей и контролю исполнения заданий. Распределение функций управления между персоналом по активному сценарию позволяет повысить эффективность управления и безопасность ведения процессов, ограничив деятельность человека рамками ожидаемых от него в конкретной ситуации действий.

Разрабатываются инструменты построения автоматизированных систем на основе предложенных моделей и механизмов управления. Полученные результаты по разработанным методам управления ТП позволяют перейти от управления по жёстким алгоритмам (как сейчас) к управлению по моделям ТП.

В 2008 г. исследования по событийному моделированию обобщены в теории дискретно-событийных систем. В лаборатории разработана и исследована новая модель СД2С2 – структурированные динамические дискретно-событийные системы как теоретическая база проектирования супервизорного управления множеством автономных компонент технической системы (ТС). Определен состав модели,

исследован вопрос существования супервизора, управляемости заданной спецификации на СД2С2, сформулированы основные этапы технологии проектирования логического управления в ТС на основе предложенной модели анализа управляемости и метода синтеза супервизора.

В **лаб. № 5** при разработке проблем надёжности возникла необходимость более полной оценки вариантов систем по совокупности показателей их основных свойств. В настоящее время специалисты лаборатории располагают методами и опытом проведения анализа надёжности, живучести, безопасности на полном жизненном цикле систем сложной структуры, в частности, с учётом влияния последовательности отказов их элементов, полноты контроля состояний работоспособности, дисциплины восстановления и технического обслуживания.

По направлению исследования систем массового обслуживания в **лаб. № 17** развернута программа «АСМО нового поколения», нацеленная на то, чтобы информационное и сервисное обслуживание населения стало более дешёвым, открытым и доступным. Ключевую роль в этом направлении призваны сыграть компьютерные речевые технологии – распознавание и синтез речи, идентификация голоса, анализ речевого потока. Речевой портал, реализующий функции самообслуживания в интерактивном режиме и предоставляющий интеллектуальные услуги, способен заменить десятки операторов и диспетчеров и дать значительный экономический эффект.

Области рационального применения речевых технологий практически неограниченны. Уже сегодня эти технологии применяются, в первую очередь, в качестве надстройки над действующими АСМО («Сирена», заказы такси, банковские системы) и в инновационных проектах. Для этого в лаборатории созданы необходимые универсальные блоки распознавания, включающие грамматики, словари и акустические модели чисел, дат, времени суток, номеров телефонов, адресов, городов и др. Разработаны также конкретные сценарии: для бронирования авиабилетов, заказа такси, управления денежным счётом в банке. Разработанная в лаборатории методология, включающая ситуационное и динамическое управление диалогом, делает процесс управления компактным и удобным для пользователя.

Полученные в **лаб. № 24** результаты в области идентификации и прогнозирования состояния нестационарных нелинейных объектов могут быть использованы также при решении проблем, связанных с анализом состояния и управлением динамическими системами, в том числе экономической природы, со сложной иерархией структур. Начиная с 2007 г. в лаборатории развивается новое направление фундаментальных исследований проблем управления в большой электроэнергетике. Большие электроэнергетические системы типа Единой энергетической системы (ЕЭС) России являются примером инфраструктурных динамических систем, управление которыми связано с преодолением сложности описания и высоким порядком их математических моделей. В этих рамках Институтом разработаны методы идентификации моделей сложных энергосистем для определения степени участия энергетических предприятий в общем нормированном регулировании частоты и мощности в ЕЭС по данным наблюдений о состоянии энергосистемы.

В 1990–2002 гг. **лаб. № 29** совместно с **лаб. № 5** и кафедрой ОИ ВМФ Академии Генерального штаба ВС выполняла комплекс работ по исследованию и разработке теоретических и методологических основ и программного обеспечения (ПО) системы имитационного моделирования вооружённой борьбы противодействующих сил. В рамках этого направления создан комплекс имитационного моделирования сложных организационных систем и процессов их функционирования, что позволило исследовать процессы взаимодействия противоборствующих сил на оперативно-стратегическом и оперативно-тактическом уровнях. Результатом работ стало создание оперативно-тактического тренажёра. Разработка такого тренажёра для кафедры ОИ позволила впервые в стране создать комплексную систему имитационного моделирования вооружённой борьбы противодействующих сил.

С 2003 г. лаборатория принимала активное участие в комплексной теме «Разработка теории и методов построения систем экологического мониторинга объектов повышенной опасности, применительно к объектам по уничтожению химического оружия». Выполнены исследования и разработка структуры и состава комплекса технических средств информационно-аналитического центра системы экологического мониторинга, а также беспроводной сети сбора информации от территориально распределённых автоматических пунктов контроля, включая каналы сбора и передачи данных. Выработанные решения явились типовыми для всех объектов по уничтожению химического оружия и позволили обеспечить безотказную работу системы в течение всего срока эксплуатации объекта.

В **лаб. № 31** с середины 90-х гг. ведутся работы по созданию принципиально новой вычислительной системы верхнего блочного уровня для АСУ ТП АЭС. В итоге разработана система верхнего блочного уровня (СВБУ), которая интегрирует и координирует работу всех подсистем АСУ ТП, централизует и архивирует информационные потоки и предоставляет оперативному персоналу АЭС удобные, надёжные и быстрые средства управления. Сегодня эта система поставляется в ряд проектов зарубежных АЭС (для Ирана, Индии и Китая).

Создан ряд новых информационных технологий, которые могут применяться в различных областях, включая предприятия ТЭК, химические и другие производства. К ним, в частности, относятся:

- высоконадёжная операционная система семейства UNIX (аттестована для применения в атомной энергетике, стопроцентная лицензионная чистота, неограниченная гарантия и поддержка, документация, соответствующая ГОСТу);
- рабочее программное обеспечение и конфигуратор – SCADA-система для атомной энергетике (разработана по заказу Минатома, имеет разрешение для применения в системах, важных для безопасности, стопроцентная лицензионная чистота, протестирована тремя независимыми организациями, документация по ГОСТу, открытые исходные коды).

В работе в разное время участвовали сотрудники других лабораторий, в частности, **лаб. № 3, 5, 24, 41, 59.**

Начиная с 90-х гг. осуществлялись исследования и разработка оптимальных методов программно-аппаратной реализации корабельных систем управления техническими средствами (к.т.н. А.И. Иванов). На основе достигнутого задела были разработаны, изготовлены и испытаны различные модификации бортового процес-

сора ввода-вывода. На базе полученных результатов была подготовлена концепция систем мониторинга повышенной стойкости, так называемого «чёрного ящика». Совместно с предприятиями кораблестроительной отрасли были изготовлены и испытаны опытные образцы этой системы, внедряемой в настоящее время на корабли Морфлота РФ. Система мониторинга в дальнейшем дополнилась береговым комплексом визуализации результатов поиска и спасения экипажа.

Развитием этих направлений исследований являются работы по созданию малых автономных необитаемых подвижных аппаратов, расширяющих возможности сил спасения и обеспечивающих решение задач разведки, защиты от потенциального противника, а также проблем экологии и гидрографии.

Сегодня задачи создания новых технических средств соединились с задачами создания систем автоматизации. Как следствие возникла необходимость по-новому увидеть роль средств автоматизации в хозяйстве России в целом.

В России изменились экономические отношения, но жизнь показывает, что создание современных средств автоматизации управления должно быть основано на глубоких научных исследованиях, направленных на обеспечение:

- интеллектуализации средств автоматики;
- открытости систем по программам и аппаратуре;
- использования в средствах автоматики сетевой архитектуры различной конфигурации;
- введения распределённости и децентрализации обработки информации;
- стандартизации сетевых и приборных интерфейсов;
- реализации информационных технологий в системах автоматики.

Необходимость решения важнейших проблем показывает, что создание современных средств автоматизации с использованием перспективной научно-технической базы должно быть основано на опережающем развитии самих организаций-разработчиков, что ставит перед Институтом, как одной из таких организаций, задачу постоянного расширения и углубления проводимых исследований.



Нам вручают заветное Знамя



Министр  
Михаил Сергеевич Шкабардя  
нас поздравляет



Мы волнуемся и радуемся



**1975 г.: в Институте проблем управления проводится  
V Всесоюзное совещание по автоматическому управлению**

Каждая докторская диссертация требует защиты



Э.Л. Ицкович



Д.Е. Полонников



П.П. Пархоменко



Трапезников призадумался



Выступает Емельянов



Директор и его замы



**Андрей Петров демонстрирует первую в стране интеллектуальную руку (робот-манипулятор)**



**Гроссмейстер Юрий Авербах думает, каким ходом ответить нашей шахматной программе «Каисса»**



**Играет «Каисса» с частью своих создателей и поклонников (слева главный её творец – Миша Донской)**

# Человек в системе управления



**Вадим Александрович Трапезников**

В середине 60-х гг. в Институте возник новый раздел теории управления – управление большими системами, особенностью которых является то, что важнейшую роль в их эволюции играет так называемый «человеческий фактор». Как и во многом другом, инициатором развития этого раздела науки управления выступил В.А. Трапезников («Человек в системе управления» – доклад на V Всесоюзном совещании по проблемам управления, 4 октября 1971 г.). Значительную роль в развитии концепции и методов управления большими системами сыграли М.А. Айзерман и А.Я. Лернер.

В лаборатории А.Я. Лернера в конце 60-х гг. были разработаны основы теории активных систем, суть которой сводится к формализации процесса синтеза эффективных механизмов управления в экономике и обществе (В.Н. Бурков). В 70–80-е гг. был разработан и исследован набор базовых механизмов управления активными системами: распределения ресурсов, активной экспертизы, конкурсные, противозатратные, многоканальные и другие организационные механизмы, которые совершенствовались в соответствии с полученными результатами и практикой. С конца 80-х гг. значительное внимание уделяется исследованию активных систем с неопределённостью (Д.А. Новиков).

За последнее десятилетие теория активных систем трансформировалась в более широкое направление – теорию управления организационными системами, включающую такие новые разделы, как информационное управление, рефлексивные игры в управлении, управление структурой организационных систем, мотивационное управление и др. (Д.А. Новиков).

В 70–80-е гг. в лаборатории М.А. Айзермана были созданы основы теории выбора, рассчитанной на ситуации принятия решений в случаях, когда участники процесса имеют несовпадающие интересы (А.В. Малишевский, Ф.Т. Алескеров).

Другая группа сотрудников лаборатории М.А. Айзермана, которая в конце 80-х выделилась в самостоятельную лабораторию, разработала новые методы анализа больших объёмов социальной и экономической информации (А.А. Дорофеюк), в том числе и экспертного происхождения. Разработкой специальных методов интегрированной обработки информации объективного и экспертного происхождения – экспертно-статистических методов – занимается лаборатория А.С. Манделя, кото-



**Владимир  
Николаевич  
Бурков**



**Дмитрий  
Александрович  
Новиков**

рая в 1999 г. выделилась из лаборатории идентификации, возглавлявшейся в то время В.А. Лотоцким.

Широкое развитие получило направление, связанное с принятием решений на базе экспертной информации (М.Б. Шнейдерман, И.Б. Семёнов и др.).

Значительное внимание уделялось задачам построения автоматизированных систем управления (А.Г. Мамиконов), проблемам управления развитием крупномасштабных систем, моделям и методам управления финансовыми проектами на предприятиях и в корпорациях (А.Д. Цвиркун) и управления безопасностью (В.В. Кульба).

Изначально все эти направления исследований были связаны между собой тем, что относились к управлению объектами одной природы – социально-экономическими системами и процессами. Однако полученные за прошедшие сорок лет результаты привели учёных к единому пониманию рассматриваемых ими объектов и методов их изучения. Благодаря этому сегодня возникли новые возможности взаимообогащения разных направлений теорий за счёт их совместного развития.

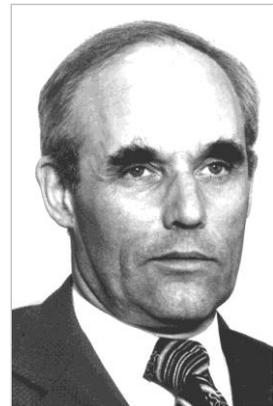
Результаты проведённых в Институте теоретических исследований широко применяются при создании эффективных механизмов управления экономическими объектами и системами различного масштаба: от стимулирования отдельных субъектов экономики до программ развития отраслей промышленности, науки и регионов.

## Управление в биологии и медицине

Проблема управления сложными биологическими объектами и процессами в них – одно из наиболее актуальных направлений теории управления. В современных мировых индексах цитирования первые двадцать мест безраздельно отданы научным журналам в этой области.

Работы по применению методов теории управления в биологии и медицине развивались в Институте с начала 60-х гг. Сначала в ИАТе занимались математическим моделированием процессов управления в различных физиологических системах организма, исследовали динамику развития патофизиологических процессов на разных уровнях их организации, изучали механизмы восприятия, затем приступили к анализу совместного функционирования естественных и искусственных систем.

В 1962 г. в лаборатории М.А. Айзермана появилась первая «бионическая группа». Целью её создания было изучение проблем управления в живых организмах. Одной из исследованных задач стала своеобразная проблема оптимизации, в которой минимум достигался в живом организме – путём минимизации болевого раздражения. Впоследствии ту же идею



**Александр  
Михайлович  
Петровский**

исследователи применили при решении задач оптимизации технических систем. Кроме того, им удалось разработать метод объективной оценки состояния двигательного аппарата человека, основанный на спектральном анализе структур головного мозга. Этот метод впоследствии использовался для коррекции хода хирургических операций у больных паркинсонизмом.

В середине 60-х гг. математические методы стали применяться для исследования действия лекарственных препаратов (А.М. Петровский). В то же время началось изучение проблемы управления искусственным сердцем. Эти работы дали старт исследованиям в области изучения гомеостаза организма и разработки искусственных внутренних органов. В 1968 г. в издательстве «Медицина» была опубликована книга *В.И. Шумакова, В.Н. Новосельцева, М.П. Сахарова и Е.Ш. Штенгольда* «Математическое моделирование физиологических систем организма» – первая монография, отражавшая результаты работ Института по изучению проблем управления в биологии и медицине.

С конца 60-х гг. в Институте были организованы исследования по математическому моделированию нейронных структур (Н.В. Позин и его лаборатория). Впоследствии эти работы развивались в двух направлениях: планомерное изучение поведенческих процессов и процессов слухового восприятия; разработка математических моделей нейронных полей и анализ распространения по ним волн возбуждения. В последнем случае были исследованы и волновые явления, характерные для сердечно-сосудистой системы (лаборатория Б.Я. Когана). В это же время в лаборатории Д.И. Агейкина начались работы по пульсовой диагностике.



**Никита Владимирович  
Позин**

В 70-х гг. начался серьёзный цикл исследований, посвящённый разработке крупноблочного описания системы здравоохранения (А.М. Петровский и его лаборатория). В рассматриваемый круг вопросов входили разработка обобщённых индикаторов регионального развития и создание медико-демографических моделей населения регионов. Проблематика управления здравоохранением оказалась востребованной не только в нашей стране, но и в мире (отдельные вопросы изучались в рамках проекта «Народонаселение» Международного института прикладного системного анализа, г. Лаксенбург, Австрия). В онкологической практике стали применяться алгоритмы распознавания образцов (А.Я. Лернер и его лаборатория).

С середины 70-х гг. круг проблем управления в медико-биологических системах, которыми занимались в ИПУ АН СССР, существенно расширился. Продолжались исследования по управлению мышечной активностью. В 1974 г. вышла монография *М.А. Айзермана, Е.А. Андреевой, Э.И. Канделя и Л.А. Тененбаума* «Механизмы управления мышечной активностью. Норма и патология».

В это время в Институте проводился ряд исследований по различным вопросам управления в биологии и медицине. Изучались методы лечения гипертонии и сахарного диабета, разрабатывались подходы к анализу теплового защитного снаряжения, создавалась теория доставки лекарственных препаратов в организм больного.

Одновременно решалась проблема математического моделирования гомеостаза организма человека. В 1978 г. в издательстве «Наука» вышла монография *В.Н. Новосельцева* «Теория управления и биологические системы. Анализ сохранятельных свойств». В том же году публикуется книга *Н.В. Позина* «Элементы теории биологических анализаторов», посвящённая итогам его многолетних исследований (Никита Владимирович ушёл из жизни в 1977 г.).

Институт принимал активное участие в пропаганде научных знаний в этой области. С начала 80-х гг. при Большой медицинской энциклопедии был создан редакционный совет по медицинской кибернетике, во главе которого стоял член-корреспондент АН СССР С.В. Емельянов (ныне – академик РАН). После избрания С.В. Емельянова действительным членом Академии наук его на посту председателя совета сменил член-корреспондент АН СССР О.И. Авен.



**Василий Николаевич  
Новосельцев**

Развивалось и международное сотрудничество: в 1983 г. в Польше вышла монография *А. Верыньского* и *В. Новосельцева*, посвященная моделированию физиологических систем (*Werynski A., Novoseltcev V.* «Kompartmentowe modelowanie procesow sterowania w systemach fizjologicznych»). Позже эти работы получили развитие в области токсикологии и анализа острых отравлений (исследования продолжаются и поныне).

В 1989 г. в Новосибирске вышла коллективная монография «Инженерная физиология и моделирование систем организма» под редакцией В.Н. Новосельцева. В монографии подробно рассмотрены вопросы восстановления физиологических функций человека, их защиты от воздействий среды и проблемы моделирования взаимодействия организма со средой. В том же году В.Н. Новосельцев опубликовал книгу «Организм в мире техники. Кибернетический аспект».

Продолжились исследовательские работы по организации системы здравоохранения страны. В частности, были созданы компьютерные системы по сбору данных о здоровье населения и определению групп риска. В 90-х гг. была разработана компьютерная технология ЭДИФАР для сбора данных о населении, установленная в ряде регионов России. По результатам работы этой системы в одной из клиник Москвы, в 1999 г. была опубликована монография *Ю.А. Потанина, Л.А. Дартау и О.В. Белокопя* «Компьютерная технология ЭДИФАР как средство сбора данных от населения».

В конце 90-х была решена задача междисциплинарного моделирования сложных медико-биологических систем, нашедшая применение при анализе отравлений ядами (бледной поганки, газами хлор и аммиак). В данном случае основное внимание уделялось моделированию катастроф в сложных системах, причём в качестве одного из реальных вариантов математического понятия «катастрофа» рассматривалась и смерть организма.

В начале XXI века в Институте проводилось комплексное исследование механизмов старения и смертности у различных видов животных (дрозофила, нематода, средиземноморская плодовая мушка) и у человека. В настоящее время этим занимается группа учёных во главе с В.Н. Новосельцевым и А.И. Михальским. В 2008 г.

они приняли участие в разработке программы «Наука против старения» общественной организации «За увеличение продолжительности жизни», написав для неё раздел «Математическое моделирование продолжительности жизни, долголетия и старения». Выполненные исследования легли в основу докторской диссертации к.т.н. А.И. Михальского, которую он защитил в 2010 г., став первым в истории Института доктором биологических наук.

На базе применения методов распознавания образов в Институте начались исследования по геномике (А.Я. Червоненкис). Продолжается ряд работ в области биологии и медицины, изучаются проблемы управления здоровьем (Л.А. Даргау), даются оценки онкологической заболеваемости и возникновения инвалидности (А.И. Михальский). Кроме того, решаются задачи пульсовой диагностики (А.А. Десова) и выявления биомаркеров реакции центральной нервной системы на воздействие электромагнитных полей (О.Е. Хуторская). Несколько патентов получено в области исследования речевых сигналов (А.С. Колоколов).

## Производственный комплекс и вычислительный центр

### Производственный комплекс

Многие научные разработки лабораторий Института проблем управления находили широкое практическое применение. Этому способствовало и то, что достоверность научных результатов, как правило, тщательно выверялась в самом Институте методами натурного и математического моделирования.

Натурное моделирование осуществлялось в Конструкторском отделе и Экспериментальном производстве ИПУ, где разрабатывалась конструкторско-технологическая документация и изготавливались макетные или опытные образцы новых изделий. Математическое моделирование велось в Вычислительном центре Института, который в 1987 г. был преобразован в Отдел вычислений и моделирования (ОВиМ). Развитию этих подразделений руководство Института проблем управления, в особенности академик В.А. Трапезников, уделяло огромное внимание.



**Павел Васильевич  
Тихонов**

Конструкторский отдел (КО) Института был создан в начале 60-х гг., и его первым начальником был ветеран ВОВ П.В. Тихонов. Затем КО возглавляли Б.С. Иругов и В.Н. Евстигнеев. Руководителями среднего звена, хорошо известными многим сотрудникам Института, были Э.О. Васильев, И.Р. Искра, Ю.И. Орлов, В.И. Попок, Б.А. Фалеев, В.М. Яроль.

Экспериментальным производством, созданным в те же годы, и его подразделениями последовательно руководили Н.А. Мартемьянов, К.Г. Кузнецов, В.Н. Яковлев и В.Т. Роткин.

В начале 70-х гг. был создан Технологический отдел (ТО) Института, которым руководили А.Ф. Кажаринов,

Г.П. Зайцев и В.И. Попок. Ведущими специалистами ТО работали Т.М. Маренкова, М.Г. Мико, Т.С. Андреева.

В начале 80-х гг. КО и ТО, Отдел стандартизации и Экспериментальное производство были объединены в Производственный комплекс (ПК) Института, руководителем которого был назначен к.т.н. Э.О. Васильев.

После его безвременного ухода, в 1982 г. руководителем ПК стал к.т.н. Б.С. Иругов, который одновременно исполнял обязанности главного инженера Института.

В подразделениях ПК проходили апробацию и натурное моделирование многие разработки лабораторий Института, например:

- универсальный струйный комплекс технических средств управления – УНИКУС (лаб. № 2);
  - универсальная система элементов промышленной пневмоавтоматики – УСЭППА (лаб. № 11);
  - (советско-югославский проект) создание систем управления для электромоторов различного типа (лаб. № 22);
  - универсальная аппаратура автоматизированного контроля сложных изделий в условиях производства и эксплуатации – ПУМА (лаб. № 27);
  - первая ЭВМ на однородной перестраиваемой среде – ПС-300 (лаб. № 31);
  - специальная камера – фитотрон для измерения и оптимизации параметров фотосинтеза растений (лаб. № 36);
  - унифицированные комплексы высокочастотных уровнемеров и сигнализаторов жидких и сыпучих сред (лаб. № 48)
- и многие другие.



**Борис  
Султанович  
Иругов**

Для выполнения этих работ в ПК необходимы были современные технологические процессы производства. Так, в ИПУ было освоено передовое по тем временам и уникальное для нашей страны производство многослойных печатных плат (Т.М. Маренкова, М.Г. Мико, В.А. Шевченко).

В КО были разработаны и внедрены система унифицированных конструктивных элементов РЭА (В.А. Шахов) и система автоматизированного проектирования – САПР «МОНИКА» (Б.А. Кузьмин и А.А. Эйдес). В Экспериментальном производстве проходила опытную эксплуатацию автоматизированная система диспетчерского управления машиностроительными производственными процессами, разработанная в лаб. № 11.

Многие сотрудники ПК за успехи в труде были награждены высокими правительственными наградами: орденом «Знак Почёта» (И.Р. Искра и Б.С. Иругов), орденом Трудовой Славы (Н.Я. Рожков), медалями «За трудовую доблесть» и «За заслуги перед Отечеством» (В.И. Попок).

В начале 90-х гг. ПК Института был раздавлен перестройкой и прекратил своё существование. Большинство сотрудников было уволено, а тысячи квадратных метров помещений сданы арендаторам. Вместо гальванического и сварочного производств, токарного и инструментального участков, монтажного и слесарного цехов появились офисы торговой фирмы «ПАРТИЯ».

## Вычислительный центр

Рождение вычислительного центра Института связано с периодом создания в руководимой В.А. Трапезниковым лаб. № 9 линейки электронных моделирующих установок, известной под общей аббревиатурой ЭМУ. Команду разработчиков возглавлял д.т.н. Б.Я. Коган, который позднее создал с этой командой отдельную лаб. № 10. В её состав входил молодой человек, недавний сержант аэродромной службы, участник войны Фёдор Ефимович Транин. Транин вскоре окончил вуз и возглавил Отдел вычислений и моделирования, который в иатовском народе именовался ВЦ (так короче и информативнее). Выбор пал на Ф.Е. Транина не случайно. Во-первых, он был сверхисполнительным человеком (военная жилка), во-вторых, поддерживал суровую дисциплину, появляясь в коридоре за 10 минут до конца рабочего дня, в-третьих, был хорошим организатором: под его руководством коллектив ВЦ «добровольно» маршировал на Казанский вокзал, чтобы помочь собирать урожай с полей в окрестностях г. Бронницы (60-е гг.) или «охотно» отправлялся на овощную базу в Бирюлёво в 70-е. Академик В.А. Трапезников, по-видимому, отметив такие способности Транина, пригласил его на свою кафедру в Физтехе на должность администратора.



**Фёдор Ефимович  
Транин**

В период становления ВЦ ещё было неясно, что победит – «аналог» или «цифра». Поэтому поначалу ВЦ состоял в основном из ЭМУ (от ЭМУ-1 до ЭМУ-10). Однако и «цифра не дремала»: так, появились ЭВМ «Урал», а за нею М-220. С ЭВМ пришли и новые люди (В.Л. Школьников, А.В. Попов, Т.Е. Гурова и другие).

В разное время заместителями Ф.Е. Транина были к.т.н. М.Л. Дашевский (первый сотрудник ВЦ, защитивший диссертацию), В.Ф. Кондаков и В.Б. Багров.

Дирекция Института всегда следила за оснащением ВЦ. Первые образцы новых средств вычислительной техники, разработанных в Институте, всегда поступали в институтский ВЦ. Так было, например, с гибридной вычислительной системой ГВС-100, в которой коллектив лаб. № 10 успешно «скрестил» цифровую и аналоговую обработку информации. Так было со всеми вычислительными машинами серии ПС (на основе перестраиваемых структур), разработанными в лаб. № 31 под руководством И.В. Прангишвили, – от ПС-300 до ПС-2000. Взаимодействие с учёными позволяло сотрудникам ВЦ повышать свой профессиональный уровень. Немаловажно, что техническая и программная поддержка разработанных в лабораториях Института вычислительных платформ осуществлялась самими разработчиками.

Только в лаб. № 31 было сформировано несколько таких групп сопровождения. Команда ПС-2000: к.т.н. (впоследствии д.т.н.) И.Л. Медведев, к.т.н. Ю.С. Затуливетер, к.т.н. Е.А. Фищенко, к.т.н. Е.И. Лазебник (отдел ГВК). Команда ПС-300: к.т.н. М.А. Ускач, В.В. Соколов, к.т.н. Д.В. Певцов, к.т.н. А.В. Вейц. Команда ПС-320 – к.т.н. (впоследствии д.т.н.) В.Д. Малюгин, к.т.н. В.А. Иванов, Я.А. Левертов.

Для содействия эксплуатации ГВС-100 в ВЦ были переведены сотрудники из лабораторий Института: Г.А. Кондратьева, Е.А. Чеглаков (лаб. № 9) и к.т.н. А.Г. Спиро (лаб. № 10). При этом и сами лаборатории активно помогали ВЦ. Среди тех, чья помощь была особенно заметна и ценна, назовём, опустив звания и степени, А.Ф. Волкова и В.П. Лысикова (лаб. № 9); А.И. Казьмина, Н.Н. Михайлова, В.П. Морозова и А.А. Мена (лаб. № 10); Э.А. Трахтенгерца, Л.Н. Горинович, А.А. Таранову и В.А. Пронина (лаб. № 46); А.В. Ускова, И.М. Деза и С.Я. Виленкина (лаб. № 58).

Ярким событием 70-х стал ввод в эксплуатацию вычислительной системы ICL 4-70. Переход на импортную технику также способствовал повышению квалификации сотрудников ВЦ. Обучение в Англии группы сотрудников ВЦ и программистская поддержка, оказанная сотрудниками лаб. № 55 (во главе с В.Л. Арлазаровым), позволили научным подразделениям Института решать новые классы задач с использованием современной надёжной высокопроизводительной вычислительной платформы. Благодаря появлению ICL 4-70, удалось быстро и успешно отладить алгоритмы управления для целого ряда больших АСУ: «Металл», «Обмен», «Морфлот» и др. К тому же периоду относится и разработка компьютерной программы «Каисса», которая в 1974 г. на чемпионате мира среди шахматных программ завоевала первое место.

В 1980 г. после кончины Ф.Е. Транина заведующим ВЦ был назначен В.Ф. Кондаков. К этому времени ВЦ уже полностью удовлетворял «вычислительные амбиции» Института. Важно упомянуть, что немалую роль в этом играла группа подготовки данных. Эта группа обслуживала весь Институт, занимаясь набивкой перфокарт и перфолент. Сегодня такой разновидности работ не существует.

В разные годы численность сотрудников ВЦ достигала 200 человек. При этом мужскую половину Института воодушевляло то, что более половины штата ВЦ составляли симпатичные девушки, регулярно пополнявшие ряды операторов ЭВМ при каждом расширении ВЦ.

В 1987 г. коллектив ВЦ избрал на общем собрании своим начальником к.т.н. Б.С. Иругова. К тому моменту ВЦ Института был оснащён самыми мощными по тем временам отечественными ЭВМ моделей ЕС-1060, 1045 и 1030 (руководители групп В.И. Жеребцов и Л.Б. Козинский), мини-ЭВМ моделей СМ-4, СМ-1420, СМ-2 (руководители групп А.Г. Спиро и Д.М. Ткачук), компьютерами линий ПС-2000 и ПС-3000 (руководители групп В.Б. Багров и В.Л. Школьников).

Переоснащение ВЦ импортной вычислительной техникой стало возможным после начала работ по созданию нового поколения АСУ ТП атомными электростанциями. Усилиями директора Института и генерального конструктора по АСУ ТП академика И.В. Прангишвили у нас появились многоуровневый вычислительный комплекс сетевой архитектуры открытого типа в составе кластера VAX 8700 и VAX 8800, несколько MicroVAX 3500 (3100) и свыше сотни IBM-PC-совместимых (как тогда говорили) персональных компьютеров. Разработкой спецификаций и непосредственно закупками техники за рубежом занимались Б.С. Иругов и А.С. Богданов. Несколько позже Институт приобрёл IBM 1360 (руководитель группы С.А. Новиков), и вскоре была развернута корпоративная вычислительная сеть ИПУ с выходом в глобальную сеть Internet (А.А. Глазкин, В.Л. Школьников, В.М. Рабинович, И.И. Капалин, А.В. Морозов, В.А. Савельев).

Крупным инфраструктурным проектом, начатым в конце 2007 г., стало развёртывание многопроцессорной вычислительной системы (МВС) кластерного типа. Одновременно значительно расширился парк современной компьютерной техники, постепенно обновляется ассортимент научных приборов, развивается и совершенствуется компьютерная сеть Института.

# ВРЕМЯ ПЕРЕМЕН

Вторая половина 80-х – 90-е – время глобальных перемен в жизни страны. Масштабные изменения происходили и в стенах Института.

В 1987 г. В.А. Трапезников добавил к названию своей должности директора слово «Почётный». Директором Института стал академик АН Грузии Ивери Варламович Прангишвили, возглавлявший его до 2006 г. Процедура в духе нового времени была неустоявшейся и непривычной: кроме давно знакомых партбюро и профкома появился Совет трудового коллектива, директор избирался голосованием сотрудников.

В 1988 г. состоялось полное возвращение Института в систему Академии наук – длительный период «двойного подчинения» (Минприбор и АН СССР) завершился.

Оценка «плюсов» и «минусов» этого периода многоаспектна и неочевидна.

В это время сложилась существующая и поныне структура секций Учёного совета:

- теория систем управления;
- теория управления социально-экономическими, медико-биологическими и организационными структурами;
- технические средства автоматизации и вычислительной техники;
- системы управления технологическими процессами;
- теория и методы разработки программного обеспечения систем управления;
- автоматизированные системы организационного управления и обработки данных;
- управление подвижными объектами и навигация.

Теперь помимо «чистой» науки Институт начинает заниматься и хозрасчётными работами. Как ни парадоксально, в «минприборовские времена» никакой хозяйственной деятельности, характерной для всех отраслевых НИИ, у нас не было. Все прикладные «внедренческие» работы велись или по госзаказу (в основном «оборонка»), или на общественных началах – на основе так называемых договоров о социалистическом сотрудничестве. В последнем случае эта деятельность приветствовалась и поощрялась, но в основном морально. Конечно, некоторые более удачные работы получали и премии: от наград институтского ежеквартального конкурса внедрённых работ, медалей и премий ВДНХ до – государственных.



**Ивери Варламович Прангишвили**

Впрочем, большие межлабораторные работы, определявшие лицо Института, такие как крупные оборонные проекты, АСУ «Металл», «Морфлот», «Сирена» и др., формировались и в то время. Типичный пример – работы по созданию АСУ ТП для ядерных энергетических установок.

И всё же нарастающая необходимость зарабатывать деньги в прямых контактах с разными «хозяйствующими субъектами» ставила перед Институтом непривычные задачи, причём в условиях быстро формировавшейся реальной конкуренции.

Институт смог адаптироваться к новой ситуации и не просто выжить, а обеспечить перспективы, но давалось это нелегко.

Падало число публикаций, защит диссертаций, научных конференций. Явно обозначилась опасность прерывания важнейшего процесса преемственности поколений: перспективная молодёжь и авторитетные учёные оказались за рубежом или в бизнесе. Впрочем, это имело и свою положительную сторону – появлялись новые возможности для укрепления международных научных связей.

Для поддержки фундаментальных исследований Институт довольно успешно использовал появившиеся в этот период возможности – гранты РФФИ, фонда Сороса, ИНТАС и др.

К этому же времени относится и появление в Институте новых форм связи науки и народного хозяйства – научно-внедренческих отделов прикладной ориентации.

В конце 90-х стала возрождаться система постоянно действующих общемосковских семинаров. К 2006 г. в Институте ежемесячно собирали свою аудиторию семинары:

- «Экспертные оценки и анализ данных» (руководители: д.т.н., проф. Ф.Т. Алескеров, д.т.н., проф. А.А. Дорофеев, д.т.н., проф. Б.Г. Литвак, д.т.н., проф. Ю.В. Сидельников, член-корреспондент РАН Д.А. Новиков).
- «Логическое моделирование» (руководитель: д.т.н., проф. С.А. Юдицкий).
- «Теория управления организационными системами» (руководитель: член-корреспондент РАН Д.А. Новиков).
- «Проблемы искусственного интеллекта» (руководители: д.т.н., проф. А.П. Еремеев, д.т.н., проф. В.П. Кутепов, д.т.н., проф. О.П. Кузнецов, д.т.н., проф. В.К. Финн).
- «Теория автоматического управления» (руководитель: д.т.н., проф. Б.Т. Поляк).

Институт вновь стал организовывать и проводить международные и всероссийские научные конференции, в том числе по управлению активными системами, управлению безопасностью сложных систем, нелинейной динамике, идентификации систем и задачам управления, нейрокомпьютерам и их применениям, параллельным вычислениям в задачах управления, когнитивному анализу в управлении и др.

В 1999 г. состоялась 1-я Международная конференция по проблемам управления (МКПУ-1), приуроченная к празднованию 60-летия ИПУ РАН. Этой

конференции предстояло стать серьёзным научным форумом, регулярно собирающим специалистов по управлению из России, стран СНГ и дальнего зарубежья: МКПУ-II состоялась в 2003 г., МКПУ-III – в 2006 г., а МКПУ-IV – в 2009 г. К первой МКПУ Институт уже год носил имя В.А. Трапезникова (в 1998 г., через четыре года после кончины Вадима Александровича, ИПУ РАН было присвоено его имя).

В начале нового века возникли основания для умеренно оптимистического взгляда на перспективы Института. Динамика изменения численного состава с 1991 по 2005 г. показывала, что при неуклонном снижении общей численности сотрудников ИПУ РАН количество научных сотрудников с 2001 по 2005 г. практически не менялось.

В 2005 г. на должность заместителя директора Института по научной работе был назначен самый молодой за всю историю ИАТа-ИПУ доктор наук Дмитрий Александрович Новиков, защитивший докторскую диссертацию по техническим наукам в 27 лет.



**Мемориальная доска в память о Вадиме Александровиче Трапезникове**



**Борис Викторович Павлов**

В состав дирекции Института в это время, кроме И.В. Прангишвили и Д.А. Новикова, входили также зам. директора по научной работе лауреат Государственной премии д.т.н. Борис Викторович Павлов, зам. директора по общим вопросам к.т.н. Владимир Исаакович Попок и учёный секретарь д.т.н. Фёдор Фёдорович Пашенко.

Сфера практических приложений наряду с традиционными для Института подвижными объектами разных типов, социально-экономическими и медико-биологическими системами распространяется на не менее привычные для «доперестроечного» ИПУ РАН системы промышленной автоматизации, понимаемые в самом широком смысле – от локальных регуляторов и управления отдельными установками и агрегатами до управления предприятиями, объединениями, целыми отраслями.

Промышленные предприятия, которые предстояло заново автоматизировать в стартовавшем тысячелетии, всё в большей степени становились «виртуальными»: их структура теперь определялась распределёнными компьютерными сетями, а в основу технологии самого производства и системы управления следовало заложить

принцип интеграции необходимых технологических, организационных, методических, человеческих ресурсов из территориально-распределённых источников. Так должна была строиться гибкая, динамичная производственно-организационная система, позволяющая в параллельном режиме вести проектирование, технологическую подготовку, выпуск, маркетинг, реализацию, сопровождение и обслуживание широкого ассортимента продукции и услуг даже в существенно нестационарных условиях.



**Владимир Исаакович  
Попок**

Общеизвестно, что конкурентоспособность и процветание предприятий и фирм в различных отраслях хозяйства, независимо от форм собственности, в первую очередь обусловлены не столько вложением материальных ресурсов, сколько эффективностью организации их работы и управления ими.

Необходимо было обеспечить быструю адаптацию к изменению конъюнктуры рынка и других внешних условий, то есть заложить в структуру системы управления способность к постоянной перестройке собственной структуры и своевременной корректировке стратегии и тактики. На смену строго централизованно управляемой организации приходила концепция самоорганизации предприятий для приспособления к меняющимся требованиям рынка за счёт всеохватывающего процесса управления качеством и реинжиниринга бизнес-процессов. Сделать это можно, лишь базируясь на фундаментальном переосмыслении деловых процессов для повышения важнейших параметров производства: качества и стоимости выпускаемой продукции, сроков её поставки, уровня обслуживания потребителей.

В управлении такими предприятиями помимо вертикальной субординации особенно эффективно внутреннее горизонтальное управление (координация) и внешние горизонтальные связи. В таких системах сотрудники, принимающие решения на разных уровнях, должны быть не только исполнительными, но и инициативными, и работать, прежде всего, для клиента, а не для руководства.



**Фёдор Фёдорович  
Пашенко**

В непростое время конца XX века, когда Институтом руководил Ивери Варламович Прангишвили, трудности испытывала не только наука, но и научно-периодические издания. Заметно уменьшалась подписка, сокращались тиражи. Но к первым годам XXI столетия обстановка стала меняться к лучшему: появились заказы на разработку систем управления от предприятий, частных предпринимателей, различных фондов и администраций. В результате возник

интерес к научно-прикладным разработкам в области управления и, как следствие, к тем фундаментальным разделам теории управления, что составляли научный базис соответствующих прикладных исследований. И, несмотря на снижение тиражей авторитетных в мире классических журналов, в том числе «Автоматики и телемеханики», стали появляться новые научно-периодические издания со своими авторами и читателями. Среди них такие ставшие популярными журналы, как «Проблемы управления» и «Управление большими системами», включённые в списки ВАК РФ.



# ИПУ РАН – XXI ВЕК





# НОВЫЕ ВРЕМЕНА

В конце 2006 г. директором ИПУ был избран академик РАН Станислав Николаевич Васильев. Институт успешно развивается, активизировались фундаментальные исследования в различных областях теории управления и её приложений, в том числе по его **основным направлениям научной деятельности**, утверждённым Президиумом Российской академии наук:

- теория систем и общая теория управления;
- методы управления сложными техническими и человеко-машинными системами;
- теория управления в междисциплинарных моделях организационных, социальных, экономических, медико-биологических и экологических систем;
- научные основы технологий управления подвижными объектами и навигации;
- теория и методы разработки программно-аппаратных и технических средств управления и сложных информационно-управляющих систем;
- научные основы интегрированных систем управления и автоматизации технологических процессов управления производством.



**Станислав Николаевич  
Васильев**

## О науке управления и её тенденциях

Потребности создания и управления объектами технической, физической и другой природы, с которыми приходится иметь дело человеку, вызывают необходимость решать разнообразные задачи управления этими объектами: задачи регулирования, стабилизации и вообще формирования таких контролируемых воздействий на рассматриваемый объект, которые обеспечивали в нём желаемые свойства, например, необходимую динамику его состояний. В числе таких свойств – фундаментальные свойства устойчивости, достижимости целевых состояний, безопасности, оптимальности (по тем или иным критериям) и другие.

**Математическая теория управления** позволяет указать, как такое управляющее воздействие, приложенное к математической модели объекта «здесь и сейчас», повлияет на состояние системы «там и потом», то есть в точных терминах позволяет управлять «модельным будущим из настоящего». Рекомендации теории верны в той мере, в какой модель объекта адекватна постановке рассматриваемой проблемы. **Математическая теория автоматического управления** – наука о методах определения таких законов управления математическими моделями объектов реальности, которые допускают свою реализацию с помощью технических средств.

Методология системного анализа, методы многокритериальной оптимизации и искусственного интеллекта, новые принципы формирования обратной связи рас-

ширяют методический арсенал теории автоматического управления, обеспечивая его применимость к более широкому классу задач теории управления. В их числе задачи **теории автоматизированного** (человеко-машинного) **управления** в условиях многокритериальности, неопределённости и риска.

**Общая теория управления** – совокупность методов, позволяющих вырабатывать и обосновывать решения, принимаемые для достижения поставленной цели.

Зачастую современная теория управления и понимается как общая теория управления. Теория управления представляет собой сегодня разветвлённую науку, использующую аппарат классической теории автоматического регулирования, кибернетики, методов оптимизации, исследования операций и искусственного интеллекта, теории принятия решений и другие методы. Она охватывает проблемы управления системами самой разнообразной природы, масштаба и назначения. Перед теорией управления стоят сложные и ответственные задачи. Это обусловлено не только растущей ролью управления как неотъемлемой черты инновационного развития, но и управления как средства выживания, стабильности и безопасности в современных, быстро меняющихся условиях.

Теория управления как самостоятельное направление науки окончательно сформировалась во второй половине XX века, причём в значительной степени усилиями советских учёных.

**Современные требования к системам управления сложными объектами предполагают:**

- надёжность и качественное функционирование в условиях неопределённости и неконтролируемых воздействий (координатно-параметрических или структурных возмущений); живучесть, безопасность;
- автономность, интеллектуальность, многофункциональность, многоконтурность управления;
- распределённость, децентрализованность, координацию управления;
- сетевой характер управления, эффективное взаимопроникновение управления, вычислений и связи;
- удешевление (например, сегодня доля авионики в стоимости истребителя – около 60%, для гражданского самолёта – 25–30%) и др.

В **теории управления** всё большую роль будет играть исследование нелинейных систем. Позиции российских учёных в области нелинейной динамики, оптимального управления и дифференциальных игр (школы Н.Г. Четаева, Л.С. Понтрягина и Н.Н. Красовского) традиционно сильны. Разработанные к настоящему времени математические модели и методы применимы в приоритетных технологиях проектирования, исследования и управления динамическими системами, но их недостаточно. Новые практические применения теории управления нередко зависят от возможностей построения моделей физических и других систем и их исследования в нелинейной постановке. Когда нет аналитических описаний, применимы мягкие вычисления (логические, нечёткие, нейронные, генетические модели), но теория их применения требует дальнейшего развития. Применимы иерархические структуры управления с семейством регуляторов, построенных для

линейных описаний и переключаемых логически по мониторинговым сигналам (управление подвесками автомобиля, инжекторное управление горением и многое другое). Всё более популярными становятся методы гарантированного управления не только в игровых задачах, но и в задачах оценивания, гарантированной идентификации.

Новая, гораздо более производительная вычислительная техника позволяет ставить и решать принципиально новые задачи в режиме реального времени, когда в контуре управления оказывается возможным выполнение высокопроизводительного анализа трёхмерных сцен, логического вывода, многокритериальной оптимизации и т.д.

Актуальны исследования по:

- моделированию (идентификации) крупномасштабных систем и нанообъектов;
- изучению нелинейных гетерогенных систем (линейных переключаемых, гибридных, логико-динамических, алгебро-дифференциальных и др.);
- управлению в робототехнике, мехатронике, разработке систем технического зрения;
- созданию новых дискретных аналогов непрерывных моделей и численных методов (аппроксимативное динамическое программирование и др.);
- изучению предельных возможностей систем противоударной защиты, оптимального управления такими системами и др.

Прогнозируется дальнейший прогресс в области синтеза нелинейных управлений, новых типов обратных связей, исследования хаоса, синхронизации, других специфических нелинейных эффектов («неокибернетика»). Возникшая недавно новая наука – **кибернетическая физика**, находящаяся на стыке теории управления и физики, привлечёт новых исследователей и расширит проблематику.

Модели **гибридных систем** (*hybrid systems*), включающие логические и непрерывные компоненты, получают всё большее распространение. Особую роль будут играть **сетевое (групповое) и интеллектуальное** управления (в том числе при ограничениях пропускной способности каналов связи) с такими разделами, как мультиагентные системы и управление большими системами. Международной федерацией по автоматическому управлению (IFAC) в числе наиболее приоритетных направлений включены: а) сетевое и децентрализованное управление, б) обеспечение автономности (интеллектуальности и живучести) систем управления.

Возрастает значение информационно-управляющих систем и, в частности, по проблеме исследований «С<sup>3</sup>» (*Control + Computing + Communication*). Пленарные доклады по этой проблеме входят в программы крупнейших конференций и конгрессов, организуемых IFAC, AMS, IEEE и другими научными сообществами. В России исследования по проблеме С<sup>3</sup> ведутся, но пока не столь активно.

Сетевое, интеллектуальное и логическое управления (*networked control, intelligent control, logic driven dynamic systems, language driven control, multiagent control*) авиационно-космическими, морскими и наземными объектами, в том числе интеллектуальное планирование действий беспилотных аппаратов, – один из наиболее

динамично развивающихся разделов современной науки об управлении, о чём косвенно свидетельствует и терминологическое разнообразие. Этот раздел имеет междисциплинарный характер и на нижних уровнях разрабатываемых систем управления использует результаты теории дифференциальных игр, теории устойчивости многосвязных систем, спектральной теории матриц (соответствующих графам информационных связей объектов управления – агентов), теории гибридных систем, а на верхних – результаты математической логики, информатики, теории расписаний, теории дискретно-событийных систем (*discrete event systems*) и др. Разрабатываемые технологии и системы управления в кооперативной и конфликтной средах «*threat environment*» (с имитирующими и подавляющими воздействиями) имеют важные приложения в гражданской сфере и военном деле. В конкретных разработках результаты сетевого и логического управления интегрируются с практикой создания встроенных систем (*embedded systems*), протоколов, средств автоматизации программирования и др.

Широчайшие перспективы открываются для применения идей управления в **биотехнологиях, биоинформатике, медицине**. В частности, в системах управления в медицине всё большую роль будут играть интеллектуальные экспертные системы, помогающие управлять лечебным процессом, повышать качество диагнозов и освобождать врачей от рутинной работы. Очень важны модели управляемых экологических систем.

Традиционные области использования теории управления – **сложные технические системы** (ТС), робототехника, авиация, навигация, космос, обработка изображений и многие другие – будут по-прежнему стимулировать развитие теории и областей её приложений с новыми постановками упомянутых проблем типа  $S^3$ . В частности, к критическим технологиям относятся технологии создания и управления новыми видами **транспортных средств**, где раньше, чем во многих других областях, начался и будет развиваться переход от традиционных технологий и структур систем и средств управления к новым технологиям, высокой интеграции, оптимальному управлению в «большом», распределённым системам, методам искусственного интеллекта, включая методы многоагентных систем. В транспортных средствах необходимо достичь нового уровня автоматизации и распределения функций между оператором и системой управления, а в автономных (непилотируемых) движущихся объектах – нового уровня универсальности, интеллектуальности, производительности и надёжности.

Будет развиваться оптимальное адаптивное управление, позволяющее активно устранять априорную неопределённость, обеспечивать высокую точность управления при сложных многокомпонентных ограничениях, изменениях конфигурации, в критических и закритических режимах, при неустойчивости объекта в основных и нештатных режимах, упругости его конструкции, повреждениях или отказах части органов управления и элементов конструктивной схемы. Продолжится развитие теории робастных систем управления, в том числе нелинейных, рандомизированных и осуществляющих пассивное парирование влияния неконтролируемых факторов.

Получат дальнейшее развитие принципы и алгоритмы терминального управления, расширяющие функциональные и эксплуатационные возможности подвижных объектов при индивидуальных и коллективных действиях.

Для наиболее сложных моделей ТС в настоящее время и в будущем целесообразно рассматривать иерархические структуры систем управления и связанные с ними задачи иерархической оптимизации. В частности, для верхнего уровня (оценка обстановки, принятие решений) будут полезны информационно-управляющие системы, алгоритмы обработки информации и распознавания образов по изображениям в условиях высокого уровня помех.

Получат развитие прикладные системы искусственного интеллекта для **управления движением** сложных ТС в условиях изменений: технического состояния, структуры и целей функционирования, взаимодействия с внешней средой и другими системами. Отдельную важную проблему представляет автоматизация процесса формирования и верификации баз знаний для информационно-управляющих систем.

В области **алгоритмических, программных и аппаратных средств систем управления движением** необходим системный подход: унификация структур моделей, разработка аппаратных идентификационных комплексов, унификация программного обеспечения. Высокопроизводительные системы и алгоритмы целесообразно разрабатывать для всех этапов жизненного цикла систем управления.

В области развития технических, аппаратных средств управления движением необходимо дальнейшее развитие и совершенствование первичных измерителей-преобразователей (датчиков), исполнительных устройств и их унификация на базе параметрических рядов базовых элементов и устройств с использованием твёрдотельных элементов, микроминиатюризации, нанотехнологий и новых физических явлений.

В области **бортовых комплексов управления** (*embedded systems*) должна сохраниться тенденция перехода от централизованной архитектуры бортовых комплексов к интегрированной архитектуре с распределёнными бортовыми цифровыми вычислительными системами (БЦВС). Интеграция будет развиваться на уровне информационного обмена, обработки, отображения информации и управления как объектом, так и самим бортовым комплексом. Одновременно необходимо развивать: иерархические структуры с множеством первичных измерительных преобразователей, включая интеллектуальные датчики и системы типа «чувствительная обшивка»; высокопроизводительные БЦВС специализированной архитектуры для обработки в реальном масштабе времени информации датчиков с большим потоком данных и высоким уровнем шумов; мультипроцессорные БЦВС с перестраиваемой структурой. Существенно возрастёт уровень интеллектуализации БЦВС. Благодаря этому они возьмут на себя часть управленческих функций экипажа, что особенно важно в нештатных ситуациях.

В области **навигации и наведения движущихся объектов** получит дальнейшее развитие теория навигационных и гироскопических систем, основанная на комплексировании инерциальных навигационных систем со спутниковыми радионавигационными системами, корреляционно-экстремальными системами навигации и наведения по физическим полям, обзорными системами с распознаванием образов и ориентиров.

В упомянутой выше области **управления групповыми действиями и движением**, такими как сбор объектов, маршрутное движение в предписанном (в том числе изменяемом) порядке, роспуск и т.п., будут применяться интеллектуальные методы группового управления, которые целесообразно развивать в сочетании с методами высокоточной четырёхмерной навигации.

При разработке **компьютерных тренажёрных комплексов** для подвижных объектов продолжится создание эффективных методов и средств экспериментальных исследований деятельности экипажей в условиях, близких к реальным, а также имитационных моделей деятельности экипажей. В области **диагностики и реконфигурации систем управления ТС** получит дальнейшее развитие разработка систем контроля, диагностики и управления комплексами с различными формами избыточности. Это развитие будет идти как по пути комплексирования уже имеющихся средств, алгоритмов, отказоустойчивых систем, так и по пути создания новых экспертных систем.

Создание единого информационного пространства предприятий и холдингов позволит преодолеть непродуктивность разделения тактических задач оперативно-го **управления технологическими процессами** и стратегических задач **управления производством**, всё ещё практикуемого на предприятиях. Для реализации концепции *Smart Factories* («умные» предприятия), *Lean Production* («бережливые» производства) и др., в том числе с использованием спутниковых, ультразвуковых и других систем прецизионного позиционирования, систем мониторинга режима работы оборудования и качества продукта, необходимо обеспечение корректного обмена данными между разнородными приложениями, гарантирующего мобильную надёжную связь всех подсистем. Существенную проблему представляет доминирование скорости развития информационных технологий над темпом обновления производственного оборудования. Преодолеваются эти трудности будут по следующим основным направлениям: унификация, типизация и стандартизация, использование связующего программного обеспечения, внедрение глобальных промышленных серверов. Для повышения качества продукции и сокращения сроков её освоения необходимо построение в режиме реального времени моделей любого звена всей цепочки производства и создание на их основе интегрированной системы управления производством, охватывающей технологический цикл и относящиеся к логистическому циклу административно-хозяйственный и маркетинговый процессы.

Системы управления технологическими процессами целесообразно развивать в следующих направлениях:

- расширение оптимизационных возможностей, в частности, развитие оптимизаторов высокого уровня, обеспечивающих оптимизацию и координацию работы нескольких технологических установок, в том числе и в нестационарных режимах работы;
- повышение робастности алгоритмов управления, то есть возможности их адекватного функционирования при неточных моделях;
- более широкое применение строгих нелинейных моделей;

- распространение более совершенных технологий разработки и поддержки виртуальных анализаторов, использующих современные достижения прикладной статистики и робастного управления;
- формирование критериев качества работы средств мониторинга в виде ключевых показателей качества, соответствующих аналогичным показателям всего производства в целом;
- использование Интернет-решений для планирования и разработки производственных систем;
- развитие веб-технологий управления производством и беспроводной автоматизации;
- учёт социотехнических и когнитивных аспектов автоматизации;
- применение интеллектуальных производственных систем;
- применение распределённых систем и мультиагентных технологий;
- развитие и применение гибридных моделей и дискретно-событийных систем в промышленности.

В области **технических средств управления** необходимо разрабатывать субмикронные СВЧ магниторезистивные наноэлементы, в первую очередь, на основе магнитополупроводниковых наноструктур, включая как традиционные устройства (память, датчики магнитного поля и тока, биосенсоры, гальванические развязки) с высокими техническими характеристиками, так и принципиально новые изделия: спиновые транзисторы и микропроцессоры, СВЧ-изделия. Возможно открытие новых физических эффектов в металлических магниторезистивных наноструктурах, что улучшит параметры уже существующих наноэлементов и позволит создать новые устройства.

Целесообразно дальнейшее развитие теории и технологий формирования волновых многоканальных сенсоров и систем для функционирования в условиях неопределённости, теории и принципов построения беспроводных сенсорных сетей в различных средах, теории и методов диагностирования сенсоров в процессе их работы.

Ожидается появление микросистем на базе нанотехники для микроманипуляций и микросборки в микроэлектронике и микромехатронике, в клеточной и молекулярной биологии, например, автоматизация инъекции в клетку и измерение параметров клетки с помощью наноманипулятора, измерение наносил в материаловедении и т.п.

Необходимо развитие исследований физических свойств отдельных модификаций полупроводниковых структур с L-образными вольт-амперными характеристиками. Возникающее в них явление управляемой скачковой проводимости позволяет разработать сенсоры различных физических величин, не имеющие аналогов в мировой практике и обладающие функциональными возможностями, превосходящими известные в настоящее время полупроводниковые сенсоры тех же назначений.

Целесообразно развитие методов и технических средств построения комбинированных гидравлических и пневматических систем управления подвижными (ответственными) объектами, способными работать в критических условиях внешней

среды. Необходима разработка методов и средств измерения и управления многофазными потоками, покомпонентного измерения состава многофазных многокомпонентных газожидкостных потоков, управления покомпонентным, непрерывным и порционным дозированием.

Необходимо расширение функциональных, метрологических и эксплуатационных возможностей **средств измерений** (в том числе повышение уровня их автоматизации и интеллектуальности) на основе новых технологий (информатики, микро- и нанотехники и др.). Будет расширен круг измеряемых величин (в том числе осуществлён перевод ныне только *оцениваемых* величин в класс *измеряемых*). Ожидаются разработки новых принципов построения датчиков и исполнительных органов микро- и наноразмеров, эффективных для новых условий применения (медицина, биология, кристаллография, оптические коммуникации и др.).

В настоящее время всё большее внимание уделяется проблемам управления системами междисциплинарной природы. Об этом свидетельствуют:

- основные направления приоритетных фундаментальных исследований РАН, в числе которых управление в междисциплинарных моделях организационных, социальных, экономических, биологических и экологических систем, групповое управление, кооперативное управление и др.;
- приоритетные задачи, выделенные госкомиссией США: групповое управление, кластеры космических аппаратов, командование и управление сражением, управление финансовыми и экономическими системами, управление биологическими и экосистемами, многопрофильные команды людей в контуре управления, единая теория управления, вычислений и связи и др.;
- задачи, получающие приоритет в ЕС: человеко-машинный симбиоз и моделирование человека в контуре управления и как объекта управления, сложные распределённые системы и повышение качества систем в неопределённой среде (глобальные производства, безопасность, стратегии гетерогенного управления; новые принципы мультидисциплинарной координации и управления) и др.;
- структура технических комитетов Международной федерации по автоматическому управлению.

В области управления **системами междисциплинарной природы** (организационно-техническими, эколого-экономическими, социально-экономическими, медико-биологическими и др.) на сегодняшний день во многих случаях моделирование осуществляется без учёта специфики объекта – производится прямой перенос методов, используемых для анализа и синтеза управления техническими системами, например, на социально-экономические. Зачастую игнорируются аналитические методы поиска точного решения, вместо которых используются эвристики. Отчасти это оправдано недостаточной или сомнительной адекватностью самих моделей объектов управления или дефицитом времени принятия решений.

В целом, следует ожидать не только уже ставшего традиционным использования мультиагентных систем для моделирования систем междисциплинарной природы, но и переноса результатов изучения последних для «интеллектуализации» мультиагентных систем, в том числе технической природы.

В последние годы все более распространёнными становятся так называемые **гетерогенные системы управления**, основывающиеся на разнородности математического описания отдельных подсистем, типа шкалы времени, в которой функционирует подсистема, разнотипности языка описания отдельных закономерностей, присущих объекту управления, и т.д. Термин «гетерогенность» часто используется и для обозначения сложности, проявляющейся в разнородности, распределённости, иерархичности объекта управления и управляющей системы. С другой стороны, развитие теории управления стимулируют тенденции миниатюризации, децентрализации и интеллектуализации систем, которые состоят из большого числа взаимодействующих между собой автономных агентов технической, социальной или информационной природы. Такие свойства **мультиагентных систем (МАС)**, как децентрализованность взаимодействия и множественность агентов, дают их качественно новые эмерджентные свойства (автономность, меньшая уязвимость к неблагоприятным воздействиям и др.), важные во многих приложениях.

Тенденцией, зародившейся в 70-е гг. и ярко высветившейся в последние годы, является переход от централизованного управления, когда одна управляющая система управляла каждым из управляемых объектов – агентов, включая попарные взаимодействия между ними, – к, сначала, децентрализации системы управления (над сетью взаимодействующих агентов надстраивается сеть управления), а затем к осуществлению коммуникаций между управляющими системами и агентами через сеть (отдельной задачей при этом является управление этой сетью). Таким образом, «сетевизм» на сегодня имеет место и в объекте управления, и в системе управления, и во взаимодействии между ними. Более того, зачастую система управления оказывается «погружённой» в объект управления, в результате получается единая (быть может, с внутренней иерархической структурой) сеть взаимодействующих агентов.

Одной из современных тенденций теории мультиагентных систем, теории игр, теории искусственного интеллекта (последние два научных направления ориентированы на верхние уровни архитектуры агента) является стремление к их интеграции. При этом теория игр (в рамках так называемой алгоритмической теории игр) движется сверху вниз – от единого описания игры к его децентрализации и исследованию возможности автономной реализации механизмов поведения и реализации равновесий. А теория МАС, двигаясь снизу вверх, то есть параллельным, но в силу локализации научных сообществ – не совпадающим путём, стремится всё больше учитывать стратегическое поведение, а также вырабатывать типовые тестовые задачи и сценарии. Необходимость последних обусловлена тем, что в большинстве случаев на тактическом уровне используются те или иные эвристические алгоритмы (число которых в силу популярности мультиагентной тематики растёт очень быстро), которые нужно уметь сравнивать между собой по сложности, эффективности и т.п. Таким образом, иерархичность структуры агента и разнообразие решаемых на каждом из уровней задач требуют использования иерархии различных (гетерогенных) моделей, взаимосвязанных между собой.

В качестве проблем и перспектив, помимо междисциплинарности, «сетевизма» и иерархичности, можно отметить ещё ряд тенденций. Достаточно часто, и чем дальше, тем, скорее всего, всё чаще, используется концепция ограниченной рациональности: в отсутствие времени, возможности или необходимости вместо опти-

мальных ищутся (зачастую эвристически) и используются допустимые псевдооптимальные управления. Назревает переход от так называемой парадигмы «си в кубе», когда совместно решаются задачи управления, вычислений и связи, к концепции «C<sup>5</sup>» (*Control + Computation + Communication + Cost + Cycle*), когда упомянутые задачи должны решаться в комплексе с учётом стоимостных (в широком смысле) аспектов на протяжении всего жизненного цикла рассматриваемой системы, включая, например, этап проектирования управляющей системы.

И наконец, для гетерогенных, иерархических моделей можно выделить следующие общие классы проблем. Во-первых, для моделей каждого из уровней возникают собственные, присущие используемому в них математическому аппарату, сложности. Во-вторых, при сшивании моделей образующийся комплекс моделей наследует все отрицательные свойства каждой из компонент. Например, если хотя бы одна из моделей в цепочке не допускает аналитического исследования, то вся цепочка обречена лишь на имитационное моделирование. Темп вычислений будет соответствовать наихудшему из результатов по уровням. Возникает необходимость оценок сравнительной эффективности решений агрегированных задач и т.п. В целом же можно уверенно прогнозировать в теории и практике управления смещение акцентов от иерархий и сетей – к гетерогенным иерархиям сетей и сетям иерархий.

В области теории управления в междисциплинарных моделях **организационных и социально-экономических систем** за последние 10–15 лет развитие шло в основном по пути совершенствования базовых эконометрических, динамических, оптимизационных, теоретико-игровых, имитационных и других моделей. При этом базовые принципы построения таких моделей оставались практически неизменными. К настоящему времени в условиях всеобщей глобализации наблюдается потребность в новых базовых моделях функционирования социально-экономических систем и новых организационных механизмах управления такими системами. Сложилось противоречие между устаревшими моделями и принципиально новыми реалиями. Это, прежде всего, относится к финансово-кредитной сфере и к транснациональным производственным и энергетическим компаниям.

В междисциплинарных исследованиях организационных и социально-экономических систем можно ожидать появления качественно новых моделей динамики и управления этими системами, отвечающих требованиям сегодняшнего дня и ближайших 20–25 лет. Помимо междисциплинарных моделей в форме уравнений состояния системы, формируемых на новых базовых принципах учёта специфики рассматриваемых систем, будут развиваться экспертно-классификационные, экспертно-статистические и так называемые «активные» модели управления организационно-административными и социально-экономическими системами. В управлении социально-экономическими системами важную роль будут играть системы интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений на любом уровне (от предприятия до государственных органов), в частности, так называемые когнитивные системы, способные вести мониторинг текущей ситуации (включая обработку текстовой информации), давать прогнозы развития ситуации на основе включения экспертных знаний, рекомендации по принятию решений и оценки целесообразности этих рекомендаций с точки зре-

ния интересов лица, принимающего решение (ЛПР). Такие системы особенно важны для целей стратегического планирования в условиях неопределённости, когда нет возможности получить достоверные количественные прогнозы. Они дают характеристику общих тенденций развития и указывают на возможные побочные последствия принимаемых решений. В когнитивных моделях управления ожидается развитие таких моделей, в которых, помимо экспертной составляющей, будут использованы психологические мотивационно-ориентированные аспекты построения механизмов управления коллективами людей.

Эффективное управление **социально-экономическими объектами**, такими как здравоохранение, культура и образование, рынок труда, жилой фонд (его доступность), социальные институты и социальная политика, экология, региональная политика, требует использования современных информационно-управляющих систем и ускоренного развития следующих теоретических основ и методов управления:

- управление в чрезвычайных ситуациях различного класса;
- информационное управление и информационное противоборство;
- управление образовательными системами, обучением и творческим потенциалом сотрудников;
- управление виртуальными объектами;
- имитационное моделирование процессов управления сложными системами и разработка на этой основе методов автоматической генерации сценариев развития этих систем, оценка эффективности генерируемых сценариев развития;
- интеллектуальные методы поддержки принятия управленческих решений.

В принятии управленческих решений всё более важная роль отводится новому направлению в развитии интеллектуальных технологий – системам **управления знаниями**. Такие системы объединяют и структурируют знания специалистов, экспертов, научных работников, облегчают доступ к имеющимся знаниям, позволяют проводить рассуждения и выявлять противоречия в имеющихся знаниях, что повышает уровень обоснованности принимаемых решений.

Возможные прогнозы развития науки управления в стране во многом зависят от общих принципов поддержки науки в РФ и типичны для науки в целом. Наука управления очень зависима от уровня других наук, таких как математика, информатика, физика. Необходимо предотвратить упадок науки и образования, обеспечив их развитие, что обуславливается осуществлением продуманной на государственном уровне стратегии инновационного развития, и, наоборот, эффективное и поддержанное необходимыми институциональными условиями научно обоснованное управление инновационными процессами, проектами, персоналом, экономикой, государством – важнейшее условие развития самой науки управления.

## Цели, направления деятельности и приоритеты Института

Главная цель ИПУ РАН – проведение фундаментальных исследований в области процессов управления для получения нового знания о природе и обществе с обеспечением мирового уровня этих исследований и лидерства Института по его основным научным направлениям в сфере развития научных основ теории и методов управления с приложениями в приоритетных и критических технологиях.

Фундаментальные исследования – ядро деятельности Института, понимаемой как сфера научной, образовательной и внедренческой деятельности Института (см. приведенную ниже схему) и включающей, помимо собственно фундаментальных исследований, следующие смежные виды деятельности:

- прикладные исследования;
- инновационную деятельность;
- образовательную деятельность;
- экспертную деятельность.



Сферы деятельности Института.

Диверсификация деятельности Института, включая сопряжённую сферу вспомогательных видов деятельности, а именно:

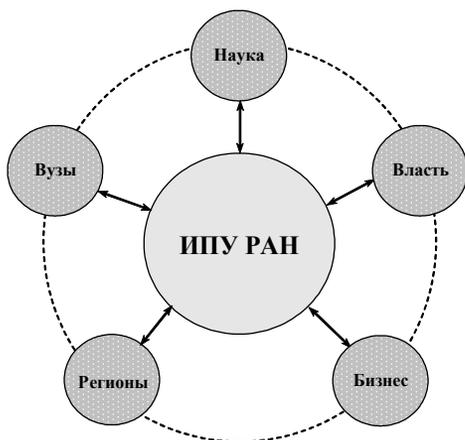
- научно-организационную деятельность;
- редакционно-издательскую деятельность;

– информационную деятельность,  
предполагает их сбалансированное развитие и сильное синергетическое взаимодействие.

Основные приоритеты по всему спектру деятельности Института включают:

- прогнозирование тенденций развития мировой науки управления для обеспечения актуальности тематики Института и востребованности результатов; расширение комплексного характера фундаментальных исследований и ориентация на решение крупных междисциплинарных научных задач; целенаправленный поиск и поддержку новых перспективных научных направлений;
- укрепление междисциплинарных связей с другими научными и образовательными учреждениями, организациями и коллективами (см. приведенную ниже блок-схему); усиление роли Института в работе научных советов РАН по его профилю, а также в междисциплинарных советах совместно с отраслевыми академиями; установление тесных связей с отраслевыми НИИ и промышленностью: аэрокосмической, судостроением и другими отраслями машиностроения, естественными монополиями, IT-индустрией и др.;
- активную политику по привлечению и закреплению молодёжи, в том числе целевую поддержку молодёжных научных школ, увеличение числа вузовских базовых кафедр, студентов и аспирантов, расширение спектра специальностей, по которым осуществляется подготовка аспирантов и докторантов; интенсификацию процесса создания научно-образовательных центров и учебно-научно-производственных комплексов;
- активизацию участия Института в государственных целевых и региональных программах и проектах; упрочение связей с федеральными и региональными органами власти и местного самоуправления, выполнение разработок в интересах региональных и муниципальных органов власти;
- расширение грантовой деятельности;
- координацию проведения российских и международных конференций по проблемам управления;
- содействие Национальному комитету IFAC по дальнейшему упрочению позиций России в IFAC;
- системную организацию редакционно-издательской деятельности;
- активизацию экспертной, консалтинговой и сертификационной деятельности;
- развитие потенциала возможностей выполнения крупных проектов через межлабораторное взаимодействие и сотрудничество с другими организациями.

Главное для Института – его сотрудники: их квалификация, достойная заработная плата, уверенность в собственной востребованности сейчас и в будущем, преемственность поколений, обеспечение социальной защищённости.



**Партнёры Института**

### **Кадры, административное управление и ресурсное обеспечение**



**Дмитрий Александрович  
Новиков**

На сегодняшний день в Институте работают 917 сотрудников, из них – 142 доктора наук, 255 кандидатов наук, 219 молодых сотрудников.

Заместителями директора Института по научной работе являются член-корреспондент РАН Дмитрий Александрович Новиков; известный учёный в области оптимального управления с импульсными воздействиями и дифференциальных игр с ложными целями д.т.н., профессор Евгений Яковлевич Рубинович и ученик члена-корреспондента РАН Е.С. Пятницкого к.ф.-м.н. Иван Николаевич Барабанов – известный специалист в области устойчивости динамических систем и управления в механических системах. Учёным секретарём Института является известный учёный в области информационно-управляющих систем и методов создания тренажёров д.т.н. Валентин Григорьевич Лебедев. Научное крыло Института в составе дирекции представляют также заведующий отделом член-корреспондент РАН Павел Павлович Пархоменко и г.н.с. д.т.н., профессор Владислав Юльевич Рутковский, которые, являясь одновременно председателями секций Учёного совета, принимают активное участие в управлении Институтом, помогают обеспечивать преемственность добрых традиций коллектива. Уместно отметить



**Евгений  
Яковлевич  
Рубинович**



**Иван Николаевич  
Барабанов**



**Валентин  
Григорьевич  
Лебедев**

Учёного совета, принимают активное участие в управлении Институтом, помогают обеспечивать преемственность добрых традиций коллектива. Уместно отметить

большую роль в научно-организационной деятельности Института и других председателей секций Учёного совета заведующих лабораториями докторов технических наук, профессоров Александра Александровича Дорофеюка, Олега Петровича Кузнецова, Владимира Васильевича Кульбы, г.н.с. д.т.н. Бориса Теодоровича Поляка и заведующего отделом д.т.н., профессора Владимира Алексеевича Лотоцкого. Общественность Института представлена в дирекции председателем профкома г.н.с. д.т.н., профессором Александром Васильевичем Щепкиным.



**Александр  
Александрович  
Тетяев**

Стабильная финансово-хозяйственная деятельность Института обеспечивается успешной работой заместителя директора по экономике Александра Александровича Тетяева, зам. директора Института по общим вопросам к.т.н. Игоря Владимировича Рязанова, главного бухгалтера Рашиды Жиганшевной Свиридовой и других сотрудников.

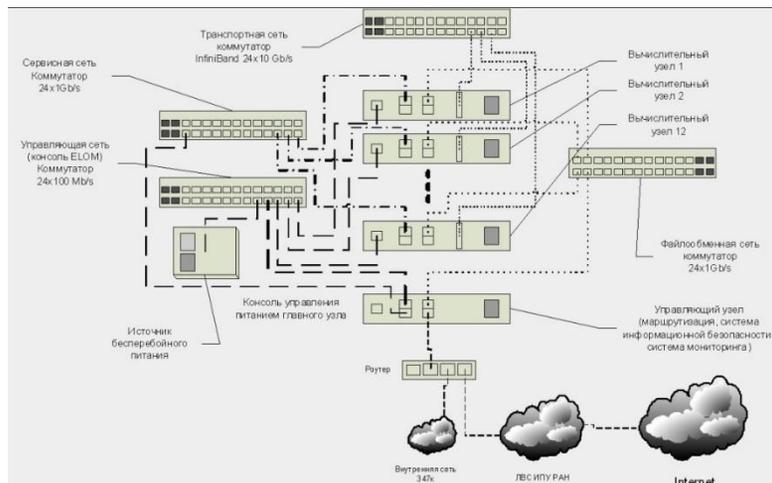


**Игорь  
Владимирович  
Рязанов**



**Рашида  
Жиганшевна  
Свиридова**

Значительно вырос парк современной компьютерной техники, постепенно обновляется ассортимент научных приборов, развивается и совершенствуется компьютерная сеть Института. Крупным инфраструктурным проектом, начатым в конце 2007 г., стало развёртывание многопроцессорной вычислительной системы (МВС) кластерного типа, блок-схема которой изображена ниже.



### Структура многопроцессорной вычислительной системы

Этот проект возглавляет зав. лаб. № 19 к.т.н. А.В. Ахметзянов при активном участии молодых сотрудников лаборатории. Суперкомпьютер предназначен для решения подразделениями Института сложных научно-технических задач, в том

числе с разделением своих вычислительных ресурсов между несколькими пользователями.



**Многопроцессорная вычислительная система и её команда во главе с А.В. Ахметзяновым**

Примеры задач для решения на МВС с многоуровневым распараллеливанием вычислений (лаб. № 6, 19, 68):

- Задачи моделирования и управления разработкой наиболее сложных месторождений углеводородов (с несколькими пластами, большой «газовой шапкой», тонкой «нефтяной оторочкой» и подстилающей «водяной подушкой»). Решение таких задач перспективно в связи с предстоящим освоением подобных месторождений углеводородов в Восточной Сибири и на Арктическом шельфе с использованием сложных, высокоэффективных технологий, включая нелинейные волновые методы в сочетании с другими физико-химическими воздействиями на процессы фильтрации флюидов в пористых средах резервуаров.
- Обратные задачи идентификации моделей не только фильтрации флюидов в пористых средах, но и интерпретации неоднородных геофизических данных (электро-, грави-, сейсмических и других видов разведки) при создании (коррекции) геологической модели произвольного месторождения; прямые и обратные задачи моделирования и управления подвижными объектами, тепло-энергетическими системами и другими многосвязными системами большой размерности в реальном масштабе времени. Например, при контроле и регулировании уровня грунтовых вод с целью защиты от подтопления сельскохозяйственных угодий, городов и промышленных объектов для предотвращения экологических и техногенных катастроф.
- Решение задач комбинаторной оптимизации с применением графического метода, представляющего собой модификацию классического метода динамического программирования Р. Беллмана. С применением МВС удалось показать, что для некоторых задач, трудоёмкость решения которых была заранее неизвестна, можно построить полиномиальные алгоритмы.



Выступает директор ИПУ РАН академик С.Н. Васильев



**Большой конференц-зал Института всегда полон**



**В память об академике Борисе Николаевиче Петрове**



**В память об академике Вадиме Александровиче Трапезникове**



**Заседание Учёного совета в память о 120-летию со дня рождения первого директора Института академика Кулебакина**



**В кулуарах международного семинара-презентации и выставки «Автоматизация. Программно-технические средства. Системы. Применения»**



**Заседание семинара «Современные методы навигации и управления движением»**



**Расширенное заседание Учёного совета, посвящённое 100-летию со дня рождения Бориса Николаевича Петрова**



**Российская делегация на XVIII Конгрессе ИФАК и «примкнувший» к ней Рудольф Калман  
(второй ряд, в центре)**

**Симпозиум IFAC INCOM'09  
в Институте проблем управления**



**Выступает председатель  
Программного комитета  
Александр Долгий (Франция)**



**Открытие INCOM'09**



**Выступает председатель  
Национального Оргкомитета  
Наталья Бахтадзе (Россия)**



**Регистрация участников**



**Пленарный доклад  
профессора  
Семёна Мееркова (США)**



**Секционные заседания**





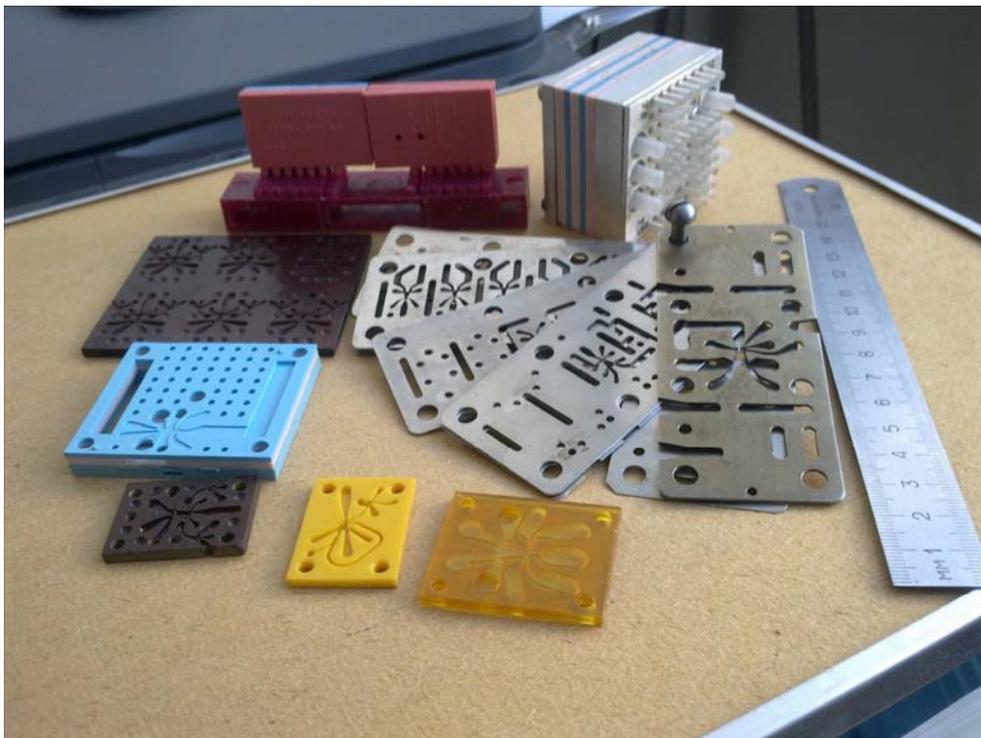
Пленарное заседание INCOM'09



В перерыве между заседаниями



Так проходили  
стендовые доклады



Разработанные в Институте элементы и модули струйной техники (лаб. № 2)

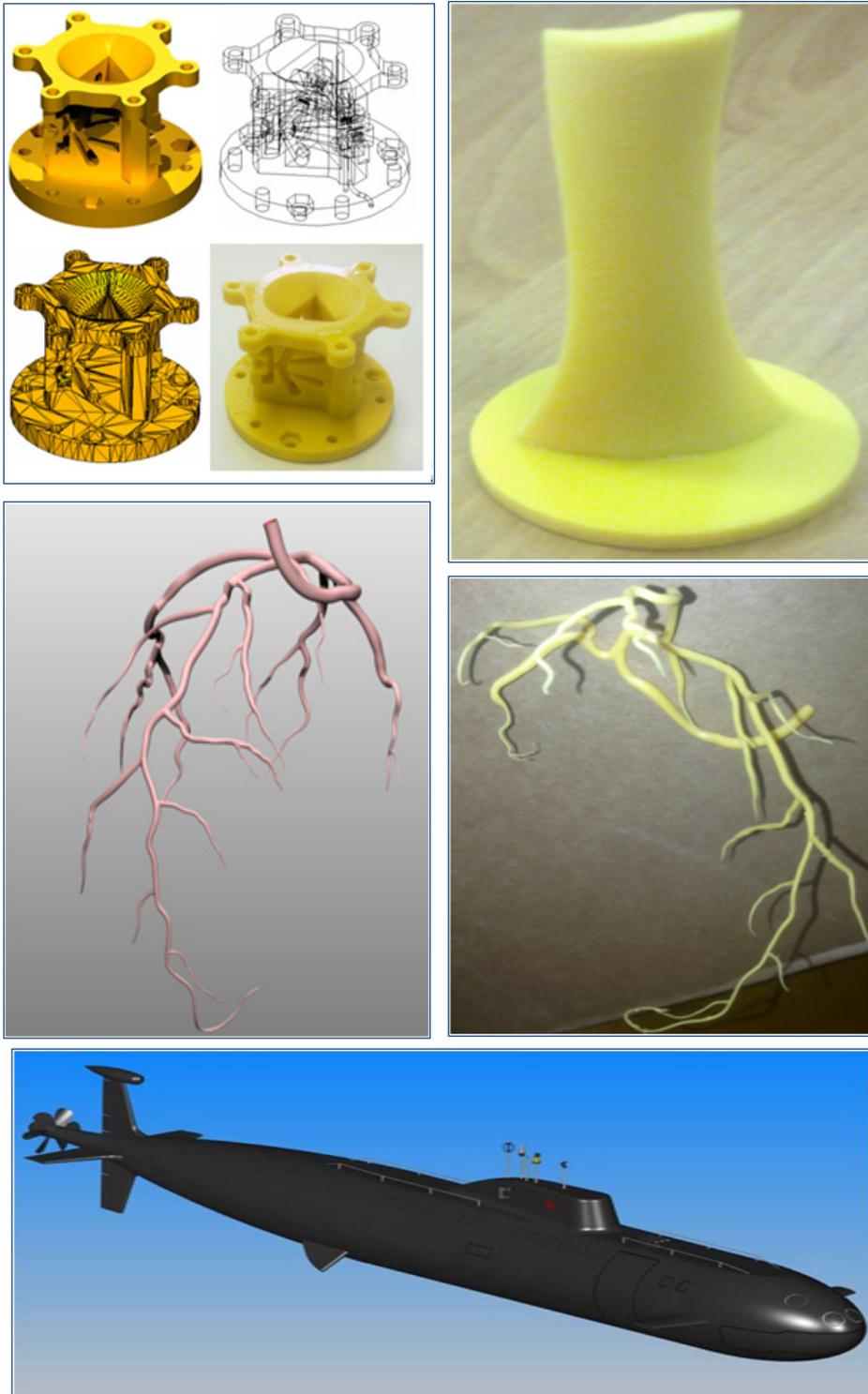




**Подготовка к тестированию системы управления колёсным роботом, повторяющим ранее запомненный маршрут с сантиметровой точностью (лаб. № 16)**



**Навигационный приёмник GLONASS / GPS**



3D-моделирование сложных конструкций и живых систем (лаб. № 18)

**Молодёжные научные школы**



**Нины Александровны Абрамовой (лаб. № 51)**



**Бориса Теодоровича Поляка (лаб. № 7):  
как ни странно – чистые теоретики**



**Им есть над чем подумать**



**А здесь ещё только учатся**



За этот витраж художники-дизайнеры получили престижную премию



Так мы праздновали 70-летие Института



**Фонтаны поднимают настроение учёным  
и уровень воды в бассейне в любое время года**



Активно развивается взаимодействие с институтами ОЭММПУ и других отделений РАН. В частности, в сотрудничестве с Институтом динамики систем и теории управления СО РАН ведутся работы по управлению группировками движущихся объектов (формаций), устойчивости и управлению в гетерогенных и некоторых других моделях динамических и интеллектуальных систем. Разрабатываются совместные научные проекты с Национальными академиями наук Украины и Беларуси.

Обновлён и расширен состав Научного совета РАН по комплексным проблемам управления и автоматизации. В бюро Научного совета, помимо сотрудников Института академика С.Н. Васильева, д.т.н. В.В. Кульбы, члена-корреспондента РАН Д.А. Новикова, д.т.н. Б.Т. Поляка и д.т.н. В.Г. Лебедева, входят академики С.В. Емельянов (ИСА РАН), А.Б. Куржанский (МГУ), Ф.Л. Черноусько (ИПМех РАН) и д.т.н. А.Л. Фрадков (ИПМаш РАН). В Научном совете работают следующие секции:

*секция 1* – управления, устойчивости и оптимизации систем (председатель – д.т.н. Б.Т. Поляк);

*секция 2* – информационно-управляющих систем (председатель – д.т.н. В.В. Кульба);

*секция 3* – управления в междисциплинарных моделях (председатель – член-корр. РАН Д.А. Новиков);

*секция 4* – Санкт-Петербургская секция управления (председатель – д.т.н. А.Л. Фрадков);

*секция 5* – молодых учёных (председатель – к.т.н. З.К. Авдеева).

С 2012 г. Институт участвует в Программе фундаментальных исследований ОЭММПУ РАН «Анализ и оптимизация функционирования систем многоуровневого, интеллектуального и сетевого управления в условиях неопределённости». Координатор программы – академик С.Н. Васильев. Образованы два основных направления Программы:

1. «Анализ и оптимизация функционирования в разных временных шкалах многоуровневых систем управления с неполной информацией», координаторы – зам. директора по научной работе д.т.н. Е.Я. Рубинович, г.н.с. д.т.н. С.А. Краснова;
2. «Управление и оптимизация в многоуровневых и сетевых системах организационно-технической природы», координаторы – зам. директора по научной работе член-корр. РАН Д.А. Новиков, с.н.с. к.т.н. М.В. Губко.

Во втором направлении выделены три поднаправления:

- Управление и оптимизация в сетевых системах, координаторы – зав. лаб. к.т.н. А.В. Ахметзянов, г.н.с. д.ф.-м.н. П.Ю. Чеботарёв;
- Интеллектуальное управление движущимися объектами, координаторы – учёный секретарь д.т.н. В.Г. Лебедев, г.н.с. д.т.н. М.Х. Дорри;
- Моделирование и оптимизация многоуровневых информационно-управляющих систем реального времени, координаторы – зав. лаб. д.т.н. В.В. Кульба, г.н.с. д.т.н. Б.В. Павлов.

Помимо ИПУ РАН, в Программе выразили готовность участвовать:

- |                 |   |   |
|-----------------|---|---|
| Москва          | – | Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, Научный геоинформационный центр РАН;                                     |
| Санкт-Петербург | – | Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко РАН;   |
| Самара          | – | Институт проблем управления сложными системами РАН, Самарская секция Научного совета РАН по проблемам движения и навигации; |
| Саратов         | – | Институт проблем точной механики и управления РАН;  |
| Казань          | – | Институт механики и машиностроения РАН;   |
| Уфа             | – | Институт механики Уфимского научного центра РАН;  |
| Иркутск         | – | Институт динамики систем и теории управления СО РАН;  |
| Новосибирск     | – | Институт автоматики и электрометрии СО РАН;   |
| Владивосток     | – | Институт проблем морских технологий ДВО РАН, Институт автоматики и процессов управления ДВО РАН.                            |

Наш Институт также участвует в Программе ОЭММПУ РАН «Научные основы робототехники и мехатроники», координатор – академик Ф.Л. Черноушко, в рамках которой, например, решается задача путевой стабилизации движения колёсных роботов.

Институт принимает участие в Программах фундаментальных исследований Президиума РАН:

- «Динамические системы и теория управления», координатор – академик А.Б. Куржанский;
- «Фундаментальный базис инновационных технологий прогноза, оценки, добычи и глубокой комплексной переработки стратегического минерального сырья, необходимого для модернизации экономики России», координаторы – академики Л.И. Леонтьев, Д.В. Рундквист.

### **Прикладные работы**

Прикладные работы выполняются Институтом по заказам многих организаций.

В числе заказчиков:

- Министерство обороны РФ;
- Министерство внутренних дел РФ;
- Национальное центральное бюро Интерпола при МВД России;
- ОАО «РЖД»;
- Федеральное государственное предприятие Федеральный научно-производственный центр «Научно-исследовательский институт измерительных систем им. Ю.Е. Седакова»;
- Государственный космический научно-производственный центр им. М.В. Хруничева;

- ОАО «Научно-исследовательский электромеханический институт»;
  - ВНИИ по эксплуатации атомных электростанций;
  - ФГУП «ЦАГИ»;
  - ГНИИ «Атомэнергопроект»;
  - ФГУП «НПО машиностроения»;
  - Минпромторг РФ;
  - ОАО «Вымпелком»;
  - ФГБОУ «ВПО МГТУ Станкин»;
  - ОАО «ЦКБ МТ Рубин»;
  - ЦНИИ МАШ;
  - ФГУП «НИИ Квант»;
  - ОАО «РКК Энергия»;
  - ОАО «Корпорация Иркут»;
  - ОАО «Ижсталь»;
  - ГП КБ «Южное»;
  - ОАО «Концерн НПО Аврора»;
  - ОАО «Белкамнефть»;
  - ФГУП «ГосНИИАС»;
  - ФГУП ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс»
- и др.

В Институте функционируют три научно-внедренческих отдела (НВО), реализующих инновационные циклы, которые опираются на теоретические результаты лабораторий Института:

- № 73 «Управляющие задачи в цифровой картографии»;
- № 76 «Инновационные алгоритмы и технологии»;
- № 86 «Аэрофотосъёмка и методы обработки материалов дистанционного зондирования».

Значительное внимание уделяется охране интеллектуальной собственности: ежегодно Институт получает более 30 положительных экспертных решений по заявкам о выдаче патентов РФ на изобретения и полезные модели, свидетельств о разработке программного обеспечения, баз данных и др.

### **Конференции и семинары**

Ежегодно Институт проводит более десяти международных и всероссийских научных и научно-практических конференций и семинаров по различным направлениям теории управления и её приложений. Для многих конференций, проводимых уже на протяжении десятков лет, стало доброй традицией собирать в стенах ИПУ ведущих специалистов по фундаментальным и прикладным вопросам управления как из России, так и из-за рубежа. В течение года в работе конференций принимают участие более 5 тыс. учёных.

Сотрудники ИПУ активно участвуют в ведущих международных научных форумах по управлению. В августе 2011 г. в Милане прошёл очередной XVIII Конгресс Международной федерации по автоматическому управлению (IFAC), на котором с докладами выступили 42 научных сотрудника Института.

В 2013 г. в Санкт-Петербурге прошла международная конференция ММ-2013, принявшая 455 участников из 61 страны, причём более 300 человек – из стран дальнего зарубежья. На конференции было представлено 387 докладов. Проведение крупного международного мероприятия, уже второго (после INCOM'09 – тематического симпозиума ИФАК 2009 г., проходившего в ИПУ), стало возможным благодаря усилиям Натальи Николаевны Бахтадзе, д.т.н., зав. лаб. № 41 ИПУ.

Институт регулярно организует и проводит следующие российские и международные **научные конференции и семинары**:

- Международная конференция им. Е.С. Пятницкого «Устойчивость и колебания нелинейных систем управления» (STAB);
- Общероссийский семинар «Современные методы навигации и управления движением»;
- Всероссийская молодёжная научная конференция по проблемам управления;
- Международная конференция «Идентификация систем и проблемы управления» (SICPRO);
- Международная конференция и выставка «Цифровая обработка сигналов»;
- Международная научно-практическая конференция «Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций»;
- Международная конференция «Параллельные вычисления и задачи управления» (PACO);
- Российская мультikonференция по проблемам управления;
- Международная конференция «Проблемы регионального и муниципального управления»;
- Международная конференция «Проблемы управления безопасностью сложных систем»;
- Международная конференция «Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта CAD/CAM»;
- Международная научно-практическая конференция «Теория активных систем»;
- Международная научно-практическая конференция «Управление инновациями»;
- Международная конференция «Управление развитием крупномасштабных систем» (MLSD);
- Российская конференция с международным участием «Технические и программные средства систем управления, контроля и измерения» (УКИ);



**Участники семинара «Современные методы навигации и управления движением»**

- Всероссийская конференция по управлению движением кораблей и специальных аппаратов;
- Международный семинар-презентация и выставка по ПТК, промышленным контролерам, техническим и программным средствам АСУ ТП, SCADA системам, приборам и средствам автоматизации.

Регулярно проводятся в Институте **общемосковские научные семинары**:

- Автоматическое управление (руководитель – д.т.н. Б.Т. Поляк);
- Теория управления организационными системами (руководитель – член-корреспондент РАН Д.А. Новиков);
- Экспертные оценки и анализ данных (руководитель – д.т.н. Ф.Т. Алескеров);
- Проблемы искусственного интеллекта (руководитель – д.т.н. О.П. Кузнецов);
- Управление развитием крупномасштабных систем (руководитель – д.т.н. А.Д. Цвиркун);
- Информационная экономика и управление инновациями (руководитель – д.э.н. Р.М. Нижегородцев);
- Системная биология, моделирование и управление в медицине (руководитель – д.б.н. А.И. Михальский);
- Статистика экстремальных событий (руководитель – д.ф.-м.н. Н.М. Маркович);
- Управление динамическими системами (руководитель – д.т.н. В.Ф. Кротов).

### **Молодёжная политика**

Институт активно привлекает к научной деятельности молодёжь: студентов-дипломников базовых кафедр и близких по тематике московских и региональных вузов, аспирантов, соискателей. Здесь действует два существенных фактора: во-первых, «личный пример» научного руководителя, интересные научные задачи; творческая, дружеская атмосфера в лаборатории; во-вторых, получение стипендий и возможность дополнительного (к базовой зарплате) дохода за счёт участия в грантах и хоздоговорных работах.

Для привлечения в Институт молодых учёных и специалистов в возрасте до 35 лет, работающих в области теории управления, с 2007 г. в ИПУ РАН введена система грантов для поддержки молодёжных научных школ (МНШ). Под МНШ понимается творческий коллектив, состоящий из научного руководителя и не менее трёх молодых учёных и (или) специалистов, работающих в Институте по единой научной тематике. Научная деятельность МНШ должна соответствовать приоритетным направлениям фундаментальных исследований Института и РАН. Конкурс на соискание грантов объявляется ежегодно, каждый грант выделяется на один или два года. Решение о продлении гранта принимается по результатам ежегодных отчётов МНШ. Сегодня в Институте работает 20 МНШ.

Ежегодно проводится Всероссийский конкурс научных работ молодых учёных академических институтов и вузов России по теории управления и её приложениям в трёх номинациях: «студенты», «аспиранты» и «сотрудники».

Для поддержки студентов-дипломников и очных аспирантов Института была учреждена стипендия им. академика И.В. Прангишвили. Для молодых учёных Ин-

ститута в возрасте до 35 лет, работающих в области теории управления и её приложений, учреждена стипендия им. академика В.А. Трапезникова. Эти стипендии присуждаются ежегодно на конкурсной основе.

### **Совет молодых учёных и специалистов**

В 2007 г. в Институте воссоздан Совет молодых учёных и специалистов (СМУиС) (в настоящее время председатель совета – Е.А. Ярошенко), который активно работает над организацией и проведением конкурсов работ молодых учёных и молодёжных научных конференций по проблематике Института.

Направления деятельности СМУиС:

- поддержка научной деятельности и деловой активности молодых учёных, оказание необходимой помощи в проведении и развитии исследований;
- организация и проведение ежегодной Конференции молодых учёных Института;
- организация и проведение ежегодной Всероссийской школы-семинара молодых учёных по проблемам управления;
- организация и проведение конкурсов научных работ молодых учёных по проблемам управления;
- подготовка предложений и участие в экспертизе заявок на внутренние стипендии молодым учёным, конкурс «У.М.Н.И.К», соискание премии Правительства Москвы молодым ученым;
- организация курсов лекций ведущих специалистов Института и других научных организаций для молодых учёных;
- организация и поддержка участия молодых учёных Института во всероссийских и международных научных конференциях, семинарах, лекциях, школах, конкурсах научных работ;
- участие в формировании «молодёжной политики» Института (подготовка и обсуждение соответствующих предложений, организация регулярных встреч молодых учёных с представителями дирекции);
- поиск новых форм работы молодых учёных и их внедрение в практику, обобщение и распространение положительного опыта работы различных подразделений Института, других российских и зарубежных организаций;
- участие в работе Совета молодых учёных РАН и координация совместной деятельности с Советами молодых учёных других академических институтов и вузов России;
- организация и поддержка централизованного информационного интерактивного центра, призванного информировать молодых учёных Института и РАН о возможностях научного роста, повышения квалификации;
- организация социальной, культурно-массовой и спортивно-оздоровительной деятельности.



**Егор  
Александрович  
Ярошенко**

В 2008 г. Советом молодых учёных на базе Института проведена 1-я Всероссийская молодёжная научная конференция по проблемам управления (ВМКПУ-2008). Организованы выездные школы молодых учёных по проблемам управления на базе научно-образовательных центров Института в городах: Самара (СГАУ, 2006), Воронеж (ВГАСУ, 2007), Казань (КГТУ-КАИ, 2008), Липецк (ЛГТУ, 2008, 2012), Ижевск (УдГУ, 2009), Пермь (ПГТУ, 2010), Магнитогорск (МГТУ, 2011), Уфа (УГАТУ, 2013). С 2009 г. ежегодно проводится традиционная Школа «Управление, информация и оптимизация» для молодых учёных России. Популярны ежегодные конкурсы научных работ молодых учёных по теории управления и её приложениям, регулярные молодёжные семинары по теории управления для аспирантов и сотрудников. Молодёжь соревнуется не только в науке, но и в спорте: проводятся первенства по горным лыжам, настольному теннису и др.

### **Учебно-научный комплекс**

Учебно-научный комплекс (УНК) Института включает следующие структуры и направления деятельности:

- базовые кафедры и научно-образовательные центры, созданные совместно с ведущими московскими вузами, студенты которых проходят дипломную практику в Институте;
- аспирантура, докторантура и соискательство;
- взаимодействие с региональными вузами в рамках совместных научно-образовательных центров.

Студенты, аспиранты, соискатели и специалисты ИПУ РАН активно занимаются научно-исследовательской работой и образуют костяк молодёжных научных кадров Института.

### **Базовые кафедры МФТИ**

**Кафедра «Проблемы управления»** (заведующий кафедрой – член-корреспондент РАН Д.А. Новиков) Московского физико-технического института (МФТИ) создана в 1956 г. для подготовки специалистов широкого профиля (бакалавров и магистров по специальности 511609 – «Управление в технических и организационных системах») и в настоящее время охватывает следующие основные направления:

- теория случайных процессов, функциональный анализ, оптимальное управление и их приложения в задачах управления;
- математические методы исследования процессов управления в технических системах;
- управление в социальных, экономических, экологических, политических и других системах;
- математические модели и информационные технологии управления сложными технологическими системами, в том числе интеллектуальными системами в энергетике;

- организация вычислений на современных ЭВМ и инструментальные средства программирования в задачах управления.

Глобальная миссия кафедры – подготовка специалистов для работы в научных и образовательных учреждениях, органах власти и на предприятиях реального сектора экономики, обладающих: фундаментальной подготовкой в области современной теории управления; базовыми знаниями актуальных приложений теории управления в технических, организационных, социальных и других системах; опытом реализации конкретных НИР и ОКР.

**Кафедра «Техническая кибернетика»** (заведующий кафедрой – д.т.н., профессор Л.Р. Соркин) основана в 2001 г. и даёт базовую подготовку в области:

- теории управления (теория оптимального управления, идентификация сложных систем управления, управление в стохастических системах);
- управления организационными, крупномасштабными системами, в частности вертикально-интегрированными нефтяными компаниями;
- разработки методов построения человеко-машинных комплексов, моделей технологических процессов (в частности в нефтепереработке и нефтехимии);
- финансово-экономического анализа и инвестиционных исследований; корпоративного и производственного планирования; компьютерных систем обучения и обеспечения промышленной безопасности.

#### **Базовая кафедра МИРЭА**

**Кафедра «Биомедицинская электроника»** (заведующая кафедрой – к.б.н., доцент Н.А. Бабушкина) основана в 1984 г. с целью подготовки инженеров в области медицинского приборостроения и систем обработки медико-биологической информации. Кафедра проводит обучение по специальности 200401 – «Биотехнические и медицинские аппараты и системы» и выпускает специалистов, которые могут работать в качестве:

- инженеров-разработчиков сложных медицинских приборов и систем в НИИ и фирмах;
- инженеров по сервису медико-биологической техники в отечественных и зарубежных фирмах;
- специалистов по обработке медико-биологической информации, созданию нового программного обеспечения, информационных и диагностических компьютерных систем в медицине;
- специалистов по маркетингу и рекламе медико-биологической техники.

На базовых кафедрах каждый год проходят подготовку более 100 студентов старших курсов.

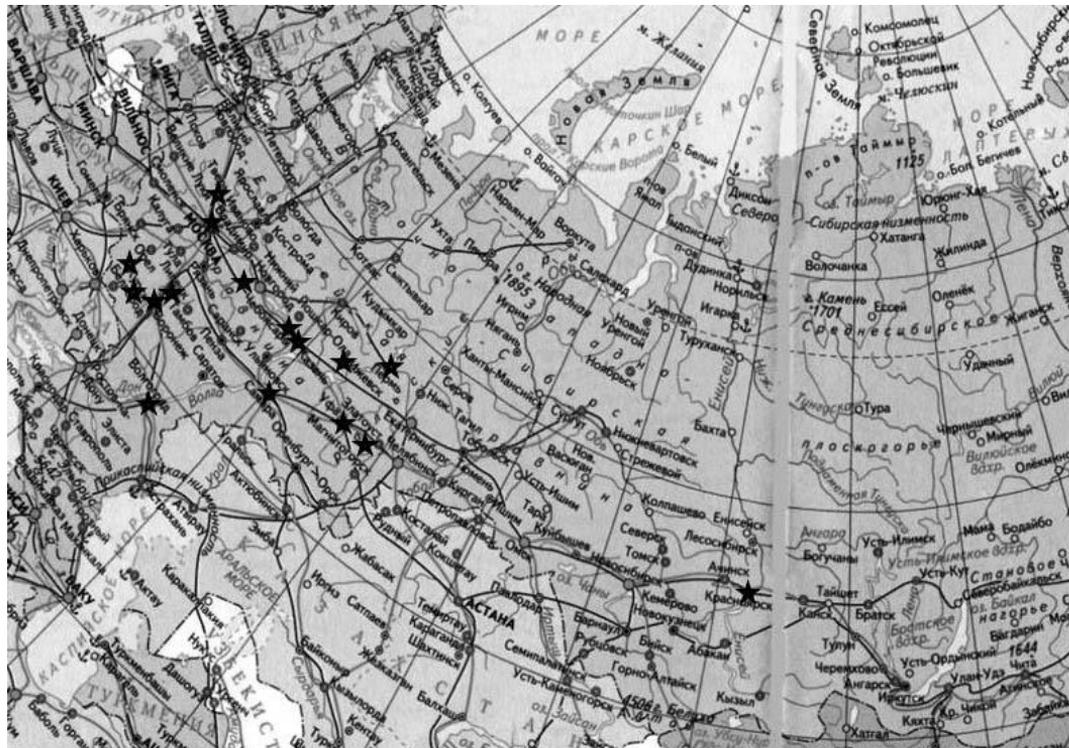
**В докторантуре и аспирантуре** Института готовят по очной и заочной формам научные кадры в системе поствузовского профессионального образования.

При Институте действуют **четыре диссертационных совета** по присуждению учёных степеней докторов и кандидатов технических и физико-математических наук. Важной формой интеграции образования и науки стали

**научно-образовательные центры (НОЦ)** проблем управления, которые создаются на базе вузов (без полномочий юридического лица) с целью объединения усилий и ресурсов Института и вузов для:

- подготовки, переподготовки и повышения квалификации специалистов по приоритетным и перспективным направлениям науки и технологий на основе научных исследований и эффективного использования инновационного потенциала;
- проведения совместных фундаментальных научных исследований по теории управления;
- совместной научно-исследовательской деятельности и выполнения работ на основе договоров с заказчиками;
- совместного участия в научных грантах;
- научно-методической поддержки и повышения качества учебного процесса по управленческим специальностям;
- организации стажировок и обучения в аспирантуре и докторантуре молодых исследователей;
- координации взаимодействия Советов молодых учёных и специалистов;
- совместного участия в выполнении федеральных и региональных научных программ и проектов, в разработке научных прогнозов и проведении научно-технических экспертиз;
- научно-методической поддержки администраций и вузов регионов по проблемам управления;
- развития инновационных структур (технопарков, бизнес-инкубаторов, инновационных центров);
- проведения конкурсов научных работ студентов, аспирантов и молодых учёных по проблемам теории управления и её приложений;
- организации и проведения конференций, совещаний, симпозиумов, семинаров, школ и других научных мероприятий, в том числе для молодых учёных;
- развития информационных ресурсов (Интернет-порталов, баз публикаций, Интернет-конференций);
- совместной издательской деятельности, выпуска и распространения монографий, сборников, брошюр, препринтов, учебных пособий, научно-технических, научно-методических и учебно-методических материалов.

За период с 2005 г. Институтом и при его участии созданы и успешно функционируют 16 региональных НОЦ, в частности, совместно с МФТИ создан НОЦ «Интеллектуальные системы управления».



### НОЦ Института – наши дни

Институт постоянно раздвигает пределы своего жизненного пространства и уверенно смотрит в будущее, и одной из актуальных задач является расширение успешной практики взаимодействия с вузовской наукой.

### Интернет-проекты

За последние годы реализованы следующие **Интернет-проекты**:

**Сайт Института [www.ipu.ru](http://www.ipu.ru)**, который существенно изменился за счёт применения принципа динамического и распределённого формирования страниц. Модернизированы следующие его разделы:

- база данных публикаций сотрудников Института, интегрированная с системой оценки деятельности лабораторий и с информационной системой индивидуальных показателей результативности научной деятельности;
- электронная доска объявлений (с интерактивными формами ввода новостей), отражающая текущую информацию администрации Института, Учёного совета и отдельных служб и подразделений (от информации о проведении научных мероприятий до публикации приказов и т.п.);
- информация об Учёном и диссертационных советах;
- электронный телефонный и почтовый справочник и др.

Открыт сайт кафедры «Проблемы управления» МФТИ, поддерживаются сайты конференций УКИ, РМКПУ, РАСО, СТАВ.

**Интернет-конференция** (открытый электронный журнал) <http://ubs.mtas.ru/forum> для оперативного и свободного (при минимальном модерировании) обсуждения работ, посвящённых проблемам управления, организована в режиме форума. Рубрики Интернет-конференции разнообразны:

- системный анализ;
- математическая теория управления;
- анализ и синтез систем управления;
- информационные технологии в управлении;
- управление в социально-экономических системах;
- управление в медико-биологических и экологических системах;
- управление техническими системами и технологическими процессами;
- управление подвижными объектами и навигация;
- технические и программные средства управления;
- надёжность и диагностика средств и систем управления;
- программы и системы моделирования объектов, средств и систем управления.

**Сайт Совета молодых учёных** и специалистов Института <http://new.mtas.ru>.

**Электронный глоссарий терминов** по проблемам управления [www.glossary-ipu.ru](http://www.glossary-ipu.ru).

# Учёный совет

Учёный совет всегда играл важную роль в жизни Института, формируя и реализуя его научную политику. Важнейшие решения по направлениям научно-организационной деятельности и структуре Института, подготовке и проведению международных и российских совещаний, конференций и семинаров, кадровым и хозяйственным вопросам, присуждению учёных званий, оценке деятельности Института и его подразделений, присуждению премий и стипендий имени выдающихся учёных Института, грантов для поддержки молодёжных научных школ, проведению конкурсов лучших работ Института и научных работ молодых учёных по теории управления и её приложениям – всё это сфера деятельности Учёного совета.

Среди членов Учёного совета были и есть известные учёные – академики А.А. Андронов, А.И. Берг, С.Н. Васильев, А.А. Воронов, С.В. Емельянов, Н.А. Кузнецов, В.С. Кулебакин, О.И. Ларичев, А.А. Лебедев, Н.Н. Лузин, И.М. Макаров, Б.Н. Наумов, И.В. Прангишвили, Б.Н. Петров, В.С. Пугачёв, В.А. Трапезников, Я.З. Цыпкин; члены-корреспонденты О.И. Авен, М.А. Гаврилов, В.И. Коваленков, А.М. Лётов, Д.А. Новиков, П.П. Пархоменко, Е.С. Пятницкий, Б.С. Сотсков; профессора Д.И. Агейкин, М.А. Айзерман, А.А. Булгаков, В.Н. Бурков, А.Г. Бутковский, Н.П. Васильева, А.А. Дорофеев, В.Ю. Кнеллер, Б.Я. Коган, М.А. Красносельский, В.Ф. Кротов, О.П. Кузнецов, В.В. Кульба, А.Я. Лернер, В.Л. Лоссиевский, Б.Т. Поляк, Л.И. Розоноэр, В.Ю. Рутковский, В.В. Солодовников, А.А. Фельдбаум и многие другие\*.

На заседаниях Учёного совета обсуждаются актуальные вопросы современной теории и практики управления. Отметим только несколько направлений научной деятельности, которые затем получили мировое признание: теория инвариантности (Г.В. Щипанов, Б.Н. Петров), теория оптимальных систем и теория дуального управления (А.А. Фельдбаум, А.Г. Бутковский, В.Ф. Кротов и др.), теория адаптивного управления (Я.З. Цыпкин, В.Ю. Рутковский, Н.С. Райбман и др.), теория автоматов (М.А. Гаврилов), теория статистических систем (В.С. Пугачёв, В.В. Солодовников, Н.И. Андреев), теория нелинейных систем (М.А. Красносельский, Е.С. Пятницкий), государственная система приборов (Б.С. Сотсков), теория однородных структур (И.В. Прангишвили), диагностика (П.П. Пархоменко) и многие другие.

---

\* В архиве Института сохранилось Постановление Президиума АН СССР, подписанное президентом Академии С.И. Вавиловым и учёным секретарём А.В. Топчевым, о составе Учёного совета Института автоматизации и телемеханики АН СССР в 1949 г.: «Председатель: д.т.н. Б.Н. Петров; члены: академики – А.И. Берг, В.С. Кулебакин, А.А. Андронов, Н.Н. Лузин, А.А. Лебедев; доктора наук – М.А. Айзерман, В.В. Горохов, М.А. Гаврилов, М.И. Вахнин, Д.В. Зернов, В.И. Иванов, П.И. Кузнецов, В.Л. Лоссиевский, Е.В. Нитусов, В.И. Попков, В.А. Трапезников, П.В. Тимофеев, П.Г. Тагер, Н.Н. Шумиловский; кандидаты наук – Г.М. Жданов, Б.С. Сотсков, В.В. Солодовников, М.И. Романов, В.А. Рябов (учёный секретарь)... »



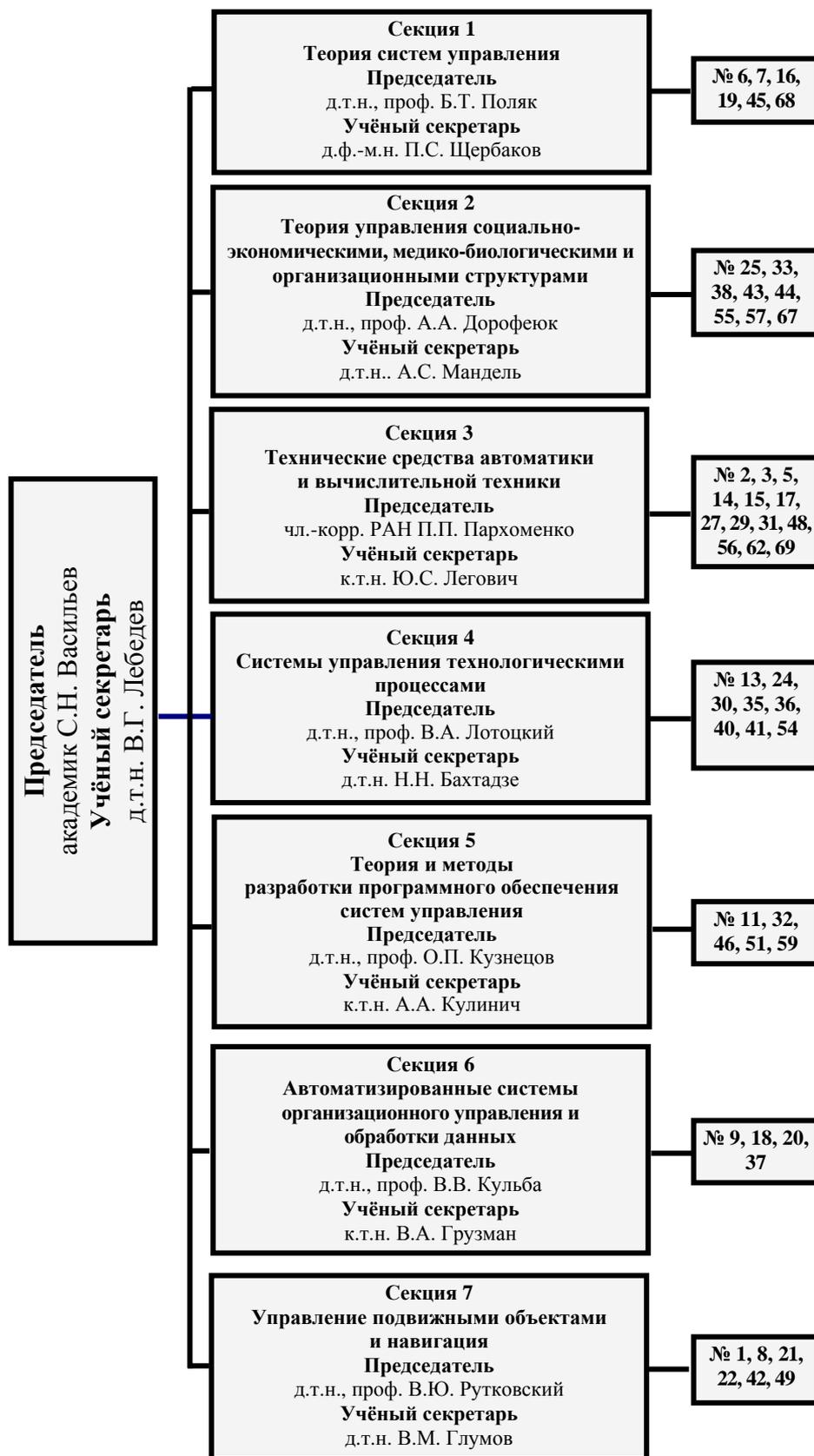
### Заседание Учёного совета

Учёный совет активно взаимодействует с учёными советами учреждений РАН, вузов и других организаций, совместно с Научным советом РАН по теории управляемых процессов и автоматизации формулируются основные тенденции и перспективы развития теории и практики управления. В сфере его внимания – организация мероприятий, посвящённых юбилеям выдающихся учёных.

В настоящее время при Учёном совете действуют семь Научных секций по основным направлениям деятельности, координирующих работу лабораторий. Руководители секций являются членами Учёного совета.

Представленная на схеме структура отражает формальные связи между Учёным советом и лабораториями Института. Однако жизнь, в том числе научная, всегда сложнее. Ряд лабораторий ведёт исследования по темам и направлениям сразу нескольких Научных секций.

**СТРУКТУРА УЧЁНОГО СОВЕТА**



**ЛАБОРАТОРИИ**

# Диссертационные советы

При Институте действуют четыре диссертационных совета по присуждению учёных степеней докторов и кандидатов технических и физико-математических наук по следующим специальностям:

- 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (по техническим и физико-математическим наукам);
- 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления (по техническим наукам);
- 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по техническим наукам);
- 05.13.10 – Управление в социальных и экономических системах (по техническим наукам);
- 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей (по техническим наукам);
- 05.13.12 – Системы автоматизации проектирования (по техническим наукам);
- 05.13.15 – Вычислительные машины, комплексы и компьютерные сети (по техническим наукам);
- 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (по техническим наукам).

Со дня создания Института на его диссертационных советах более 2000 человек защитили докторские и кандидатские диссертации.

## Экспертиза

В 50–60-е гг. в ИАТе регулярно проводились лабораторные семинары под председательством директора Института академика В.А. Трапезникова. На семинарах заслушивались отчёты лабораторий о проделанной работе, шли серьёзные научные дискуссии, обсуждались значимость полученных результатов, слабые места, возможные продолжения работы, оценивалась деятельность лабораторий.

В середине 60-х гг. расширился научный состав Института, и подобные регулярные обсуждения стали практически невозможными. Назрели новые формы оценки научной эффективности. Сначала рассматривался подход, предложенный группой Б.Д. Ланды, основанный на учёте только формальных статистических показателей, что не устроило ни дирекцию, ни ведущих учёных Института.

Привлекательными оказались методы, учитывающие и неформальный анализ результатов научной работы. Именно таким стал экспертно-оценочный подход,

предложенный группой сотрудников: О.А. Коссовым, А.В. Кортневым, А.Б. Шубиным, Р. Хаировым, К.Б. Норкиным и др. Идею поддержал С.В. Емельянов, и решение проблемы разработки системы экспертных оценок эффективности научных исследований было включено в план важнейших работ Минприбора.

В основу системы был положен демократический принцип максимального привлечения к экспертным оценкам научной общественности. Существенный вклад в работу внесли А.М. Петровский и П.П. Пархоменко. В результате обсуждения были определены 10 тематических групп, по которым намечалось формирование экспертных комиссий. Каждой лаборатории предложили выдвинуть своих кандидатов в эксперты (1 кандидат на каждые 5 сотрудников) с указанием тематической экспертной группы, в которую они рекомендуются. Полный список кандидатов и названия тематических групп направлялись каждому члену Учёного совета и его секций, и с учётом их мнений составы экспертных комиссий рассматривались и утверждались дирекцией и партбюро.

Наконец, было принято решение об опытной проверке новой системы. Предполагалось оценить все выполнявшиеся в Институте темы научных исследований, заслушав доклады ответственных исполнителей.

Решение вызвало неоднозначную реакцию научной общественности, хотя дирекция обещала не принимать немедленных мер по результатам экспериментальной экспертизы. Говорили даже о «неконституционности» оценок (М.А. Гаврилов, А.М. Лётов). Впрочем, звучали также голоса одобрения и поддержки (Я.З. Цыпкин, М.А. Айзерман). Тем не менее эксперимент состоялся.

Первая в истории Института «сессия» экспертных оценок вызвала огромный интерес: нередко заседания экспертных комиссий переносили в более просторные аудитории.

Одновременно введённая экспертиза документов о внедрении научных результатов ИПУ на предприятиях способствовала установлению с ними более тесных связей. На протяжении многих лет в Институте ежегодно проходили конкурсы, по результатам которых сотрудникам вручали дипломы 1-й, 2-й и 3-й степени. Похожие дипломы (только на твёрдой подложке – их называли «досками») вручали за внедрение полученных результатов в народное хозяйство.

70-е – начало 80-х гг. – время нарастающего интереса к экспертным, многокритериальным и подобным оценкам объектов различной природы (технических, социально-экономических и т.д.). Это требовало от науки адекватного ответа, и дирекция ИПУ сосредоточила усилия ряда научных подразделений на исследовании оценочной проблематики. В 1988 г. было принято решение организовать самостоятельное подразделение – лаб. № 52 во главе с к.т.н. И.Б. Семёновым.

Перестройка и связанные с ней проблемы притормозили экспертно-оценочную работу, но интерес к этому важному рычагу повышения эффективности научной работы остался.

Сегодня Институт вновь использует и развивает систему комплексной оценки деятельности подразделений с учётом современных реалий для повышения эффективности научной и прикладной деятельности путём: информирования дирекции о состоянии исследовательской деятельности лабораторий, выявления недостатков в работе лабораторий и выработки рекомендаций по их устранению, стимулирования по результатам оценки. Если система комплексной оценки подразделений в большей степени учитывает «коллективные» результаты, то появившаяся несколько лет назад и совершенствуемая система рейтинговых оценок отражает индивидуальные достижения сотрудников, способствуя повышению результативности их деятельности и помогая руководству в принятии управленческих решений. Обе эти системы сегодня интегрированы на единой методологической и технологической основе – соответствующими данными пользуются как сотрудники, так и руководство Института. Несмотря на многолетнее эффективное использование комплексных оценок, не останавливаются и теоретические исследования в этой области. В 2013 г. Институт выпустил 500-страничный сборник статей «Наукометрия и экспертиза в управлении наукой», главный итог которого таков: только профессиональная экспертиза может дать всестороннюю объективную оценку научных результатов, а наукометрические показатели являются инструментом для поддержки принятия решений экспертами.

В Институте проводятся ежегодные научные конкурсы: на премию имени выдающихся учёных, на лучшую научную работу за последние пять лет, на соискание стипендий им. академика И.В. Прангишвили и им. академика В.А. Трапезникова для молодых учёных, на соискание грантов для поддержки молодёжных научных школ Института, всероссийский конкурс научных работ молодых учёных по теории управления и её приложениям. Как и прежде, подведению итогов предшествуют бурные дискуссии на заседаниях экспертных комиссий, Учёного совета Института и его секций.

## О ЛАБОРАТОРИИ № 52

Перед лаб. № 52, в состав которой вошли её заведующий к.т.н. И.Б. Семёнов (учёный секретарь Института с 1967 по 1984 г.), к.т.н. Р.Н. Блачев, С.В. Полянский, к.т.н. М.В. Шнейдерман и др., уже был поставлен ряд задач, связанных с управлением Институтом, и в первую очередь задача оценки эффективности деятельности научных подразделений – лабораторий и секторов.

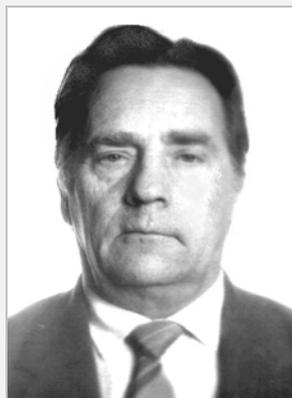
Поэтому во вновь созданной лаборатории по инициативе её тогдашних сотрудников и других энтузиастов нового начинания была разработана система экспертных оценок научных результатов лабораторий Института.

Роль экспертизы в укреплении авторитета Института, как ведущего научного центра в области теории управления была огромной.

Помимо оценки достижений в теории управления, было организовано экспертное оценивание документов о внедрении научных результатов ИПУ РАН на предприятиях, что значительно повысило интерес к установлению более тесных связей с народным хозяйством. Прямых

денежных интересов в то время не было: по тогдашнему статусу Института хозяйственных работ не вёл.

Наряду с разработкой и использованием в Институте методов и системы оценки научных подразделений в лаб. № 52 проводились разработки экспертных многокритериальных систем и для ряда внешних организаций.



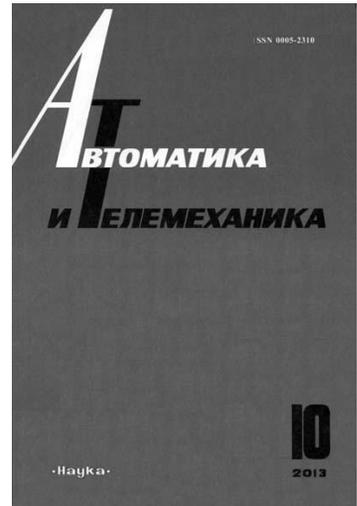
Заведующий лаб. № 52 к.т.н.  
Игорь Борисович Семёнов  
1927–2004

# Научные журналы

В этом разделе мы расскажем о традиционных и новых научных журналах, которые были созданы и издаются при участии ИПУ РАН сегодня. Начнём, разумеется, с имеющего более чем 70-летнюю историю журнала «Автоматика и телемеханика».

## Журнал «Автоматика и телемеханика»

**История.** Журнал был основан в 1936 г. как печатный орган Комиссии по телемеханике и автоматике Академии наук СССР. Первым редактором журнала был академик А.А. Чернышёв. В то время (да и долгое время впоследствии) это был единственный в мире журнал, специально посвящённый автоматике. После создания Института автоматки и телемеханики (ИАТ) в 1939 г. журнал стал его печатным органом; ответственным редактором был назначен член-корреспондент АН СССР В.И. Коваленков. Журнал выходил 6 раз в год вплоть до начала Великой Отечественной войны. Издание возобновилось с 1946 г., вскоре возросли периодичность (с 6 до 12 номеров в год), объём (с 5 до 9 печатных листов) и тираж (с 2500 до 8500 экземпляров).



Начиная с 1956 г. журнал переводится на английский язык в США. В 1960-е гг. журнал стал одним из наиболее авторитетных научных изданий по автоматическому регулированию в мире. Долгие годы главным редактором был директор ИАТ АН СССР (впоследствии ИПУ РАН) академик Вадим Александрович Трапезников.

В 1990-е гг. для журнала настали нелёгкие времена: тираж упал в 20 раз, редакционный портфель уменьшился. Тем не менее он выжил и сохранил высокий научный уровень, в чём серьёзная заслуга главного редактора тех лет академика РАН Н.А. Кузнецова.

**Редакционная политика.** В конце 2008 г. по постановлению Президиума РАН **главным редактором** стал академик С.Н. Васильев. Журнал издаётся под руководством Отделения энергетики, машиностроения, механики и процессов управления (ОЭММПУ) Российской академии наук на базе Института проблем управления. Выпускается 12 номеров журнала в год, средний объём номера – 15 печатных листов. Перевод на английский язык осуществляет компания МАИК «Наука/Интерпериодика».

### Основные разделы журнала:

- автоматы;
- автоматизация проектирования и программирования;

- автоматизированные системы управления;
- адаптивные и робастные системы;
- вычислительная техника в управлении;
- детерминированные системы;
- дискретные системы;
- моделирование поведения и интеллекта;
- надёжность;
- системы автоматизации производственных процессов;
- системы массового обслуживания;
- стохастические системы;
- техническая диагностика;
- технические средства в управлении;
- управление в биологических системах и медицине;
- управление в социально-экономических системах;
- заметки;
- хроника;
- информация.

Публикуются также обзоры, характеризующие современное состояние основных проблем, сообщения о наиболее интересных научных конференциях, материалы научных дискуссий, рецензии на новые книги.

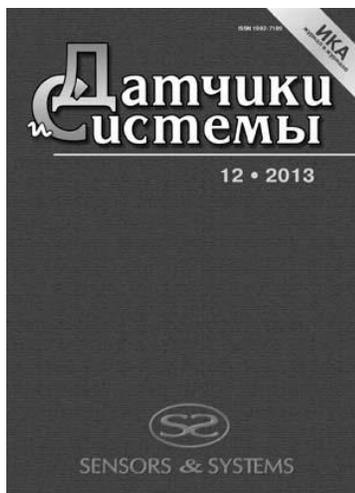
**Редколлегия.** В январе 2009 г. по представлению главного редактора бюро ОЭММПУ утвердило новый состав редакционной коллегии журнала. **Заместителями главного редактора** назначены член-корреспондент РАН (ныне – академик) А.П. Кулешов (Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН, ИППИ РАН), член-корреспондент РАН П.П. Пархоменко (ИПУ РАН) и д.т.н., проф. Б.Т. Поляк (ИПУ РАН); **ответственным секретарём** – член-корреспондент РАН Д.А. Новиков (ИПУ РАН).

**Члены редколлегии:**

- д.т.н. Ф.Т. Алескеров, ИПУ РАН;
- д.ф.-м.н. А.В. Бернштейн, Институт системного анализа РАН (ИСА РАН);
- д.т.н. Б.Г. Волик, ИПУ РАН;
- д.т.н. В.И. Гурман, Институт программных систем РАН (ИПС РАН), г. Переславль-Залесский Ярославской области;
- академик С.В. Емельянов (ИСА РАН);
- д.ф.-м.н. А.И. Кибзун, Московский авиационный институт (технический университет) (МАИ);
- д.ф.-м.н. А.М. Красносельский, ИППИ РАН;
- д.ф.-м.н. А.П. Крищенко, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (МГТУ);
- д.т.н. О.П. Кузнецов, ИПУ РАН;
- д.т.н. В.В. Кульба, ИПУ РАН;

- д.т.н. А.П. Курдюков, ИПУ РАН;
- академик А.Б. Куржанский, МГУ;
- д.ф.-м.н. А.А. Лазарев, ИПУ РАН;
- д.ф.-м.н. А.В. Лакеев, Институт динамики систем и теории управления Сибирского отделения РАН (ИДСТУ СО РАН), Иркутск;
- член-корреспондент РАН Г.А. Леонов, Санкт-Петербургский государственный университет (СПбГУ);
- д.т.н. В.А. Лотоцкий, ИПУ РАН;
- к.т.н. Б.В. Лункин, ИПУ РАН;
- д.т.н. А.И. Ляхов, ИППИ РАН;
- д.ф.-м.н. А.И. Маликов, Казанский научно-исследовательский технический университет (КНИТУ-КАИ);
- д.ф.-м.н. А.А. Мартынюк, Институт механики им. С.П. Тимошенко Национальной академии наук Украины;
- д.т.н. Л.А. Мироновский, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения (СПГУАП);
- д.ф.-м.н. А.В. Назин, ИПУ РАН;
- д.т.н. В.Н. Новосельцев, ИПУ РАН;
- академик В.Г. Пешехонов, ФГУП ЦНИИ «Электроприбор», Санкт-Петербург;
- член-корреспондент РАН Ю.С. Попков, ИСА РАН;
- д.ф.-м.н. Л.Б. Рапопорт, ИПУ РАН;
- д.т.н. Е.Я. Рубинович, ИПУ РАН;
- к.ф.-м.н. И.В. Рублёв, МГУ;
- д.т.н. В.Ю. Рутковский, ИПУ РАН;
- д.т.н. О.А. Степанов, ФГУП ЦНИИ «Электроприбор», Санкт-Петербург;
- д.ф.-м.н. В.Н. Тхай, ИПУ РАН;
- академик Е.А. Федосов, Государственный НИИ авиационных систем;
- д.т.н. А.Л. Фрадков, Институт проблем машиноведения РАН (ИПМАШ), Санкт-Петербург;
- д.ф.-м.н. В.Л. Харитонов, СПбГУ;
- д.ф.-м.н. П.Ю. Чеботарёв, ИПУ РАН;
- д.ф.-м.н. П.С. Щербаков, ИПУ РАН;
- д.ф.-м.н. С.Ф. Яшков, ИППИ РАН.

Планируется перевод журнала в электронную форму.



## Журнал «Датчики и системы»

**История.** 2009-й год был юбилейным для научно-технического и производственного журнала «Датчики и системы». За своё первое десятилетие он стал одним из ведущих научных периодических изданий России в области разработок и создания измерительных устройств и информационно-измерительных систем. Появление нового журнала в 1999 г. пришлось на самое неблагоприятное время, когда исчезали печатавшиеся под эгидой министерств периодические научные издания в области автоматизации, приборостроения и систем управления.

На 10-й юбилейной научно-технической конференции «Датчики и преобразователи информации, контроля и управления» родилась идея создания другого журнала – «Датчики и системы» («ДиС»). Инициаторами стали Оргкомитет конференции, а именно его председатель, проректор Московского государственного института электроники и математики (МГИЭМ) д.т.н., проф. В.Н. Азаров, и ведущие сотрудники редакции прекратившего существование журнала «Приборы и системы управления» Н.Н. Кузнецова и Г.М. Баранова.

В апреле 1999 г. вышел первый номер «ДиС», а В.Н. Азаров стал первым главным редактором журнала.

Большую поддержку молодому журналу помимо МГИЭМ оказал наш Институт, и прежде всего его директор И.В. Прангишвили, который с 2002 по 2006 г. был главным редактором журнала «ДиС». Сотрудничество с Институтом продолжается и сегодня. Сегодня главный редактор журнала – д.т.н., проф. Ф.Ф. Пашенко, которого связывают с журналом годы участия в работе «ДиС» вместе с И.В. Прангишвили.

**Редакционная политика,** как и изначальная, направлена на консолидацию сил научного сообщества: инженерно-технических работников и учёных в области приборостроения, микроэлектроники, машиностроения, робототехники, а также биологов, физиков, химиков, медиков, экологов и других специалистов, нуждающихся в современных приборных и системных средствах. Это особенно важно сейчас, когда приборостроение, электроника, системотехника России понесли огромные потери, ослаблена фундаментальная наука. В то же время сегодня создаются и действуют новые производства, для развития которых необходима информация о современных тенденциях в производстве средств автоматизации.

К сожалению, нет централизованной информации в области датчиков, средств автоматизации и технологий, процветает реклама импортной продукции, часто уступающей по качеству и ценам нашим приборам и системным средствам.

Журнал прилагает все усилия, чтобы своевременно информировать потребителей о новой отечественной продукции, знакомить с новыми идеями, разработками, проектами. Для этого, помимо центральной редколлегии, созданы активно взаимодействующие с журналом региональные редсоветы в крупных промышленных и научных центрах России, сегодня их уже 20.

Главной опорой «ДиС» являются многолетние профессиональные связи со всеми учёными, разработчиками и потребителями датчиков и систем России и стран СНГ.

**Журнал «ДиС» – ежемесячный**, формата А4, средний объём – 11,5 уч.-изд. листов.

**Основные разделы журнала:**

- теория и принципы построения датчиков, приборов и систем;
- информационно-измерительные системы;
- конструирование и производство датчиков, приборов и систем;
- новые приборы;
- «Измерения. Контроль. Автоматизация» (ИКА – журнал в журнале);
- научно-техническая публицистика;
- хроника;
- испытания и сертификация датчиков, отраслевые стандарты.

Несколько слов о двух разделах журнала: Измерения. Контроль. Автоматизация («ИКА») и Научно-техническая публицистика.

Журнал «ИКА» выпускался в СССР институтом «Информприбор» Минприбора около 25 лет\*. После ликвидации министерства и реорганизации «Информприбора» журнал перестал выходить, но затем возродился в виде «журнала в журнале». Творцом и научным руководителем «ИКА» был д.т.н., проф. В.Ю. Кнеллер. «ИКА» публикуется в журнале «Датчики и системы» с января 2000 г. и до сегодняшнего дня является его жемчужиной, представляя обзорные, энциклопедические статьи о состоянии, проблемах, тенденциях и перспективах области. Здесь же под рубриками «Библиография+», «Новости», «Рефераты» и т.п. помещается информационная мозаика – краткие материалы по результатам профессионального рассмотрения текущих аналитических публикаций мировой периодики в области ИКА, сообщений о новых направлениях исследований, открытиях, создании неординарных средств ИКА, предстоящих событиях; высказывания по поводу тенденций и перспектив. Такая «мозаика» в дополнение к основным крупным статьям важна для получения более полного и адекватного представления о состоянии и перспективах развития ИКА.

**Редколлегия: главный редактор** д.т.н., проф. Ф.Ф. Пащенко, ИПУ РАН, **зам. главного редактора** Н.Н. Кузнецова и д.т.н., проф. А.Ф. Каперко (ВШЭ), **главный редактор «ИКА»** д.т.н., проф. В.Ю. Кнеллер, ИПУ РАН, **ответственный секретарь** Г.М. Баранова, «СенСиДат-Плюс».

---

\* см.: ИКА – 25 лет // Датчики и системы. 2000. №3. С. 47–48.

**Члены редколлегии:**

- д.т.н. Р.Р. Бабаян, ИПУ РАН;
- д.т.н., проф., академик Технологической академии Г.И. Джанджгава, Раменское приборостроительное конструкторско-технологическое бюро (РПКБ);
- к.т.н. А.Н. Житков, МЭИ, общественный фонд «Датчик-Инвест»;
- д.т.н., проф. Э.Л. Ицкович, ИПУ РАН;
- д.т.н., проф. А.Ф. Каперко, МГИЭМ;
- д.т.н. Л.Н. Коломиец, ООО «Приборы Автоматизированных Систем ПАС»;
- д.т.н. В.П. Морозов, ИПУ РАН;
- д.т.н., проф. Г.А. Пикина, МЭИ;
- к.т.н. Б.И. Подлепецкий, МИФИ;
- В.В. Поляков, МВТК;
- д.т.н., проф. Н.Л. Прохоров, Институт электронных управляющих машин им. И.С. Брука;
- д.т.н., проф. И.Б. Ядыкин, ИПУ РАН.

**Руководители региональных редсоветов:**

- д.т.н., проф. В.Г. Кнорринг, Санкт-Петербургский государственный технический университет (СПбГТУ);
- д.т.н., проф. С.М. Никулин, Нижегородский ГТУ;
- д.т.н., проф. С.В. Поршневу, УГТУ-УПИ (Екатеринбург);
- д.т.н. Ю.В. Чугуй, Конструкторско-технологический институт научного приборостроения СО РАН (Новосибирск);
- д.т.н., проф. В.Г. Патюков, Сибирский федеральный университет (Красноярск);
- Л.И. Боришпольский, ПГ «Метран» (Челябинск);
- д.т.н., проф. М.А. Щербаков, ПГУ (Пенза);
- Н.Г. Ярушкина, УГТУ (Ульяновск);
- д.т.н., проф. В.Г. Гусев, УГАТУ (Уфа);
- д.т.н., проф. В.А. Алексеев, Физико-технический институт УрО РАН (Ижевск);
- д.ф.-м.н., проф. М.Г. Кучеренко, Оренбургский ГТУ;
- д.т.н., проф. В.Я. Распопов, ТГУ (Тула);
- д.т.н., проф. В.К. Битюков, Воронежская государственная технологическая академия;
- д.т.н., проф. В.С. Титов, Курский ГТУ;
- д.т.н., проф. С.В. Мищенко, Тамбовский ГТУ;
- д.т.н., проф. В.Н. Устюжанинов, Владимирский государственный университет;
- д.т.н., проф. И.Ю. Петрова, АГТУ (Астрахань);
- д.т.н., проф. С.Н. Кириллов, Рязанский радиотехнический университет;
- к.ф.-м.н. И.С. Манак, БГУ (Минск);
- к.т.н. И.И. Марьямова, Львовский ГТУ.

## Журнал «Проблемы управления»

**История.** Для адекватного отражения в научной печати исследований в области управления социально-экономическими и медико-биологическими структурами, автоматизированных систем организационного управления и обработки данных, программного обеспечения систем управления и других научных направлений в 2002 г. ИПУ РАН учредил научно-технический журнал «Проблемы управления». Инициатива его создания дирекции, главным редактором стал директор Института академик НАН Грузии И.В. Прангишвили, который и руководил журналом до ухода из жизни в 2006 г.

Предполагалось, что журнал будет выходить 4 раза в год – ежеквартально начиная с 2003 г. Однако первый номер вышел только в мае 2003 г., поскольку «портфель» редакции был пуст, да и редакции как таковой не было. Но журнал всё-таки вышел!

Появление нового журнала было встречено неоднозначно. Многие вполне обоснованно отнеслись к этому скептически – зачем нужен ещё один журнал, когда есть профильный, авторитетный, издающийся с 1936 г. журнал «Автоматика и телемеханика». Действительно, тематика этих двух журналов во многом схожая, но есть и отличия. В журнале «Проблемы управления», как показало его развитие, наряду с традиционными вопросами автоматике, информатики и вычислительной техники, большое внимание уделяется междисциплинарным проблемам, в том числе – управлению в социально-экономических и организационных системах, проблемам системного анализа, задачам информационного управления, принятия решений, анализа данных и обработки больших массивов информации, проблемам решения управленческих задач в слабоструктурированных и плохо формализуемых ситуациях. Журнал стремится быть понятным и интересным широкому кругу читателей; существенное внимание уделяется опыту практического применения научных результатов.

Включение в 2004 г. журнала в список ВАК способствовало повышению его престижа и пополнению портфеля. С 2005 г. журнал стал выходить 6 раз в год, круг его сторонников расширился, появились собственная ниша в мире научно-технической периодики и стремление к освещению актуальных вопросов теории и практики управления. В число авторов журнала входят и маститые, и начинающие учёные, аспиранты. Расширилась география авторов: не только Москва, но и многие регионы России, страны ближнего и дальнего зарубежья.

В 2006 г. журнал получил международный индекс периодического издания ISSN и вошёл в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), его электронная версия представлена на платформе Научной электронной библиотеки



eLIBRARY.RU и на общероссийском математическом портале Math-Net.ru. Журнал имеет в Интернете свой сайт <http://pu.mtas.ru>.

**Редакционная политика.** В целом редколлегия и редакция стремятся к комплексности тематики журнала, равномерности охвата актуальных проблем современной теории управления и такой подаче материалов, чтобы содержание статьи было понятно не только автору и его ближайшим коллегам, но и читателям, работающим в данном или смежном направлении теории управления и её приложений.

Помимо оригинальных научных статей, публикуются и обзорные статьи. Редколлегия приветствует обзоры и по перспективным, и по уже сформировавшимся направлениям, результаты которых нуждаются в систематизации. Практикуются тематические подборки статей, специальные выпуски журнала.

Редколлегия и редакция обеспечивают высокий научный уровень материалов путём строгого отбора: из поступающих статей публикуется около половины, остальные мотивированно отклоняются.

Кроме научных статей, в журнале публикуются отчёты о научных конференциях и материалы, приуроченные к различным памятным датам и юбилеям. Значительным событием стали подготовка и выход в свет специального выпуска журнала, посвященного 70-летию его учредителя – Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. Кроме очерка об истории и нынешних днях Института, в спецвыпуске опубликованы фундаментальные обзорные статьи ведущих учёных Института, посвящённые основным направлениям научных исследований ИПУ РАН. С тех пор прошло уже пять лет, но интерес читателей к этим статьям не убывает.

**Периодичность журнала** – 6 номеров в год. В номере 12–14 статей, объём – 84 страницы формата А4. Среднее время выхода статьи – 6 месяцев.

#### **Основные разделы журнала:**

- системный анализ;
- математические проблемы управления;
- анализ и синтез систем управления;
- информационные технологии в управлении;
- управление в социально-экономических системах;
- управление в медико-биологических системах;
- управление техническими системами и технологическими процессами;
- управление подвижными объектами и навигация;
- обзоры, прогнозы;
- философские вопросы управления;
- краткие сообщения;
- письма в редакцию;
- хроника.

**Редколлегия:** главный редактор член-корреспондент РАН Д.А. Новиков (ИПУ РАН); заместители главного редактора: к.т.н. Л.П. Боровских и д.т.н., проф. Ф.Ф. Пашенко (оба – ИПУ РАН).

**Члены редколлегии:**

- д.т.н., проф. Ф.Т. Алескеров, ИПУ РАН;
- д.т.н., проф. В.Н. Афанасьев, МИЭМ;
- д.т.н., проф. Р.Р. Бабаян, ИПУ РАН;
- д.т.н., проф. В.Н. Бурков, ИПУ РАН;
- академик РАН С.Н. Васильев;
- д.т.н., проф. В.А. Виттик, Институт проблем управления сложными системами РАН;
- д.т.н., проф. Б.Г. Волик, ИПУ РАН;
- д.т.н., проф. А.А. Дорофеев, ИПУ РАН;
- академик РАН С.В. Емельянов;
- д.т.н., проф. Э.Л. Ицкович, ИПУ РАН;
- член-корреспондент РАН И.А. Каляев;
- д.т.н., проф. В.Ю. Кнеллер, ИПУ РАН;
- д.т.н., проф. О.С. Колосов, МЭИ;
- д.т.н., проф. О.П. Кузнецов, ИПУ РАН;
- д.т.н., проф. В.В. Кульба, ИПУ РАН;
- д.т.н. В.Г. Лебедев, ИПУ РАН;
- академик РАН В.А. Левин;
- д.ф.-м.н., проф. Г.Г. Малинецкий, Институт прикладной математики РАН;
- д.т.н., проф. В.Д. Малюгин, ИПУ РАН;
- д.т.н., проф. А.С. Мандель, ИПУ РАН;
- член-корреспондент РАН Н.А. Махутов;
- академик РАН Е.А. Микрин;
- д.э.н., проф. Р.М. Нижегородцев, ИПУ РАН;
- д.т.н., проф. В.Н. Новосельцев, ИПУ РАН;
- д.т.н., проф. К.Б. Норкин, ИПУ РАН;
- д.т.н. Б.В. Павлов, ИПУ РАН;
- член-корреспондент РАН П.П. Пархоменко;
- д.т.н., проф. С.А. Редкозубов, Московский государственный горный университет им. М.В. Ломоносова;
- член-корреспондент РАН А.Ф. Резчиков;
- д.т.н., проф. Л.И. Розноэр (США);
- д.т.н., проф. В.Ю. Рутковский, ИПУ РАН;
- академик Грузинской академии наук М.Е. Салуквадзе (Грузия);
- д.т.н., проф. А.Э. Софиев, МГУИЭ;
- академик РАН Е.А. Федосов;
- д.т.н., проф. А.Д. Цвиркун, ИПУ РАН.

В ряде городов России и ближнего зарубежья имеются региональные редсоветы.

**Руководители региональных редсоветов:**

- д.т.н., проф. О.В. Абрамов, Институт автоматики и процессов управления ДВО РАН (Владивосток);
- д.ф.-м.н., проф. А.А. Воронин, ВолгГУ (Волгоград);
- д.т.н., проф. С.А. Баркалов, Воронежский государственный архитектурно-строительный университет;
- д.т.н., проф. В.В. Огурцов, СибГТУ (Красноярск);
- д.т.н., проф. С.Г. Емельянов, КурскГТУ (Курск);
- д.т.н., проф. А.К. Погодаев, ЛГТУ (Липецк);
- д.ф.-м.н., проф. А.В. Тузиков, Институт проблем информатики НАН Беларуси (Минск);
- д.т.н., проф. В.Ю. Столбов, ПГТУ (Пермь);
- д.т.н., проф. В.Г. Засканов, Самарский государственный аэрокосмический университет (Самара);
- д.т.н., проф. В.А. Твердохлебов, Институт проблем точной механики и управления РАН (Саратов);
- д.т.н., проф. В.М. Курейчик, Южн. федер. университет (Таганрог);
- д.ф.-м.н., проф. С.И. Берилл, Приднестровский государственный университет (Тирасполь);
- д.т.н., проф. Б.Г. Ильясов, Уфимский государственный авиационный технический университет (Уфа).

**Журнал «Автоматизация в промышленности»**



**История.** Журнал «Автоматизация в промышленности» издаётся с января 2003 г. при поддержке ИПУ РАН.

К моменту создания журнала в Институте уже более 10 лет ежегодно проводились популярные международные семинары-презентации по созданию и применению программно-технических средств промышленной автоматизации, на которые регулярно съезжались около 200 специалистов. Наиболее интересные доклады семинаров необходимо было публиковать в специализированных изданиях, чтобы с ними ознакомилось как можно большее число заинтересованных лиц. К тому же стала актуальной информация о появлении новых продуктов, промышленных стандартов, результатах проведения испытаний и т.д. Всё это яви-

лось предпосылкой создания ежемесячного научно-технического и производственного журнала «Автоматизация в промышленности», ориентированного на специалистов в области промышленной автоматизации.

В редколлегию нового журнала вошли постоянные участники семинаров-презентаций в ИПУ РАН – руководители инженеринговых компаний, ведущие

специалисты отделов автоматизации НИИ и конструкторских организаций, преподаватели вузов.

Круг его читателей – сотрудники промышленных предприятий – заказчиков средств и систем автоматизации, производители программных и технических средств автоматизации, фирмы-интеграторы, проектные и конструкторские организации, учебные заведения. Всё это организации, специализирующиеся на разработке, усовершенствовании, внедрении и производственной эксплуатации компонентов, необходимых для создания современных и модернизации действующих систем автоматизации производства.

### **Редакционная политика и основные разделы журнала**

Журнал ориентирован на прикладную область промышленной автоматизации, обязательное представление в статьях практических результатов научно-технических достижений, описание инноваций с позиции применимости их на конкретных производствах.

В журнале публикуются концептуальные, научно-практические и внедренческие статьи по разделам: «Промышленные автоматизированные системы», «Системы управления бизнес-процессами», «Программное и алгоритмическое обеспечение», «Технические средства автоматизации».

Одним из наиболее интересных является раздел «Обсуждаем тему», в котором дискутируются актуальные вопросы рынка промышленной автоматизации. К обсуждению приглашаются специалисты отечественных и зарубежных фирм, наиболее сложные и спорные темы обсуждаются за виртуальным круглым столом. Так, были рассмотрены проблемы создания и (или) применения интегрированных АСУ, АСУ ТП, систем класса MES, EAM, ERP, АСКУЭ, распределённых систем управления, систем управления качеством выпускаемой продукции, промышленных тренажёров, современных методов и алгоритмов управления и моделирования, коммуникационных средств, контроллеров, человеко-машинного интерфейса, встраиваемых компьютерных технологий, веб-технологий, числового программного управления, виртуальных приборов, пневмоавтоматики, беспроводной связи, методов автоматической идентификации, современных методов измерения физических величин, датчиков и т.д.

Вниманию читателей предлагаются подборки по автоматизации отдельных отраслей промышленности: металлургии, химии, нефтегаза, энергетики и т.д., а также по автоматизации зданий.

В разделе «Клуб журнала» публикуются отчёты о круглых столах, презентациях, интервью. Все желающие могут поделиться опытом, информацией или задать вопросы коллегам.

Большая роль отводится рубрикам, оперативно отражающим действительность рынка промышленной автоматизации, – «Новости», «События», «Фирмы».

Журнал «Автоматизация в промышленности» включён в ваковский список журналов, рекомендованных для публикации основных результатов кандидатских и докторских диссертаций, и в Российский индекс научного цитирования

(РИНЦ), формируемый Федеральным агентством по науке и инновациям Министерства образования и науки РФ и Научной электронной библиотекой eLIBRARY.RU.

С 2010 г. лучшие научно-технические и практические статьи, опубликованные на страницах журнала, переводятся на английский язык и распространяются издательством *Springer* по подписке в зарубежных странах, включая Германию, Францию, Испанию, Швейцарию и др.

За годы своего существования журнал участвовал во многих отраслевых выставочных проектах и оказывал информационную поддержку различным специализированным выставкам и конференциям по промышленной автоматизации, проходившим в России и странах СНГ: в Москве, Санкт-Петербурге, Киеве, Нижнем Новгороде, Ростове-на-Дону, Ижевске, Воронеже, Набережных Челнах, во Владивостоке и др.

С 2003 г. журнал «Автоматизация в промышленности» является генеральным информационным партнёром и участником выставки «Автоматизация» (Санкт-Петербург).

Для укрепления деловых связей и дальнейшего развития партнёрских отношений в 2011 г. по инициативе редакции журнала и дирекции выставки «Автоматизация» было объявлено о проведении конкурса научно-технических статей «Автоматизация в промышленности: опыт применения». В конкурсную комиссию вошли независимые специалисты, работающие в этой области. В 2012 и 2013 гг. был проведён конкурс статей на тему «Автоматизация в промышленности: новое в автоматизации производства».

С 2009 г. началось сотрудничество журнала «Автоматизация в промышленности» и российской рабочей группы всемирной некоммерческой ассоциации разработчиков, системных интеграторов, экспертов и пользователей решений для промышленных предприятий *MESA International (Manufacturing Enterprise Solutions Association)*. Журнал стал генеральным информационным партнёром международных научно-практических конференций «Эффективные технологии управления производством», ежегодно проводимых российской рабочей группой MESA в различных городах России.

В 2003–2009 гг. журнал «Автоматизация в промышленности» являлся организатором международных семинаров-презентаций «Автоматизация. Программно-технические средства. Системы. Применения» и научных конференций «Автоматизация в промышленности», ежегодно проводимых в ИПУ РАН, а также соорганизатором международной конференции «Методы и средства комплексной автоматизации промышленных предприятий», проводимой в рамках выставки «Информационные технологии» SoftTool.

**Журнал распространяется** по подписке, адресной рассылке по собственной базе данных о промышленных предприятиях и организациях, на выставках и конференциях России, преимущественно в Центральном, Северо-Западном и Восточном (Урал и Сибирь) регионах, в странах СНГ и дальнего зарубежья.

На сайте [www.avtprom.ru](http://www.avtprom.ru) представлены аннотации статей, тематический план журнала, правила оформления публикаций и рекомендации авторам, оперативная информация о деятельности редакции и редколлегии. Регулярно публикуются новости рынка промышленной автоматизации, информация о предстоящих выставках и конференциях, книжных новинках. Здесь можно подписаться на еженедельную рассылку новостей, оформить подписку на журнал (или его электронную версию). Подписаться на журнал можно и в любом почтовом отделении: подписные индексы в каталоге «Роспечати» – 81874, в каталоге «Пресса России» – 39206.

Журнал выходит ежемесячно. Формат – А4, объём – 68 полос без учёта цветных вставок.

### **Редколлегия:**

**главный редактор** к.т.н. Наталья Игоревна Аристова, ИПУ РАН;

- И.Е. Аблин, компания «ИнСАТ» (Москва);
- к.т.н. М.А. Алексеев, компания «ЭМИКОН» (Москва);
- к.т.н. С.А. Власов, ИПУ РАН, Отделение нанотехнологий и информационных технологий РАН;
- д.т.н., проф. Л.И. Григорьев, РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина (Москва);
- Е.В. Деревяго, компания «Флекс Инжиниринг» (Москва);
- д.т.н., проф. В.М. Дозорцев, компания *Honeywell* (Москва);
- к.ф.-м.н. Е.В. Егоров, ООО «ЭФО» (Санкт-Петербург);
- д.т.н. М.В. Жиров, Московская государственная технологическая академия;
- к.т.н. Н.А. Захаров, НПП «Дозор», Московский институт стали и сплавов;
- к.т.н. М.О. Зилонов, производственно-научная фирма «ЛГ-автоматика» (Москва);
- д.т.н., проф. Э.Л. Ицкович, ИПУ РАН;
- д.т.н., проф. Г.Н. Калянов, ИПУ РАН;
- к.т.н. А.Н. Крошкин, компания *Invensys* (Москва);
- к.т.н. Д.В. Мякишев, ООО НПП «Комплексы и системы» (Пенза);
- д.т.н. Б.В. Павлов, ИПУ РАН;
- к.ф.-м.н. М.И. Перцовский, Московский государственный авиационный технологический университет им. К.Э. Циолковского, «Лаборатория автоматизированных систем»;
- д.т.н. О.В. Синенко, компания «РТСофт» (Москва);
- к.т.н. И.И. Толмасская, компания «ИндаСофт» (Москва);
- к.т.н. А.В. Уваров, компания «ДЭП» (Москва);
- д.т.н., проф. В.Г. Харазов, Санкт-Петербургский технологический институт;
- Ю.Д. Цукерман, компания «ИнСАТ» (Москва);
- д.т.н., проф. В.М. Чадеев, ИПУ РАН.

## Журнал «Управление большими системами»

**История.** С 1998 г. Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН выпускает периодический сборник трудов учёных, занимающихся разработкой и исследованием математических моделей управления большими социально-экономическими, организационными, организационно-техническими и другими системами.

Первый выпуск сборника «Управление большими системами» был всего лишь собранием избранных докладов Международной научно-практической конференции по управлению большими системами, проведённой в 1997 г. Российской академией наук, Институтом проблем управления РАН и Российским комитетом по автоматическому управлению.

Второй выпуск сборника вышел в 2000 г. под названием «Управление социально-экономическими системами: сборник трудов молодых учёных». В то время главной целью сборника было дать возможность молодым учёным – специалистам по теории управления – показать свои научные результаты. Изначально тематика сборника соответствовала в основном интересам учёных, работающих в области теории активных систем – направления, родившегося в лаб. № 57 ИПУ РАН. Общую редакцию сборника осуществлял д.т.н. Д.А. Новиков, впоследствии ставший главным редактором.

С 2003 г. сборник стал по-настоящему периодическим: вышло три выпуска, а начиная с 2004-го – четыре. Время показало актуальность формата сборника, его востребованность учёными, работающими в области теории управления и её приложений. Постепенно расширялась и география авторов, захватывая всю территорию «большой лаборатории активных систем» – российской научной школы, развивающей математическую теорию организационного управления. В частности, один из вышедших в 2004 г. выпусков был посвящён 30-летию лаборатории активных систем ИПУ РАН и 65-летию её основателя и руководителя В.Н. Буркова.

С 2005 г. сборник «Управление большими системами» стал одним из печатных органов организованной ИПУ РАН совместно с ведущими вузами России сети научно-образовательных центров (НОЦ) по проблемам управления. Некоторое время (12–15-й выпуски) сборник издавался на ротационной основе этих центров. Тогда же сформировалась первая редколлегия: главный редактор д.т.н. Д.А. Новиков, ответственный секретарь к.т.н. М.В. Губко, доктора технических наук С.А. Баркалов, В.Н. Бурков, В.Г. Засканов, Л.А. Кузнецов, А.К. Погодаев; доктора физико-математических наук А.А. Воронин, П.А. Головинский, А.Г. Лосев, А.Г. Чхартишвили; доктора экономических наук В.Д. Богатырёв и Р.М. Нижегородцев.

Начиная с 2004 г. параллельно с печатной версией стала выходить и электронная, которая первоначально размещалась на платформе сайта теории управления

Институт проблем управления  
им. В.А. Трапезникова РАН

**УПРАВЛЕНИЕ  
БОЛЬШИМИ  
СИСТЕМАМИ**

**СБОРНИК  
ТРУДОВ**

организационными системами [www.mtas.ru](http://www.mtas.ru). Позже сборник «переехал» на собственный сайт [ubs.mtas.ru](http://ubs.mtas.ru).

В 2006 г. сборнику присвоен официальный статус периодического издания (печатного и электронного) и назначены коды ISSN.

С того же 2006 г. сборник «Управление большими системами» включён в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), что предполагало размещение электронной версии сборника на платформе Научной электронной библиотеки **eLIBRARY.RU** в открытом доступе.

Кроме того, в 2006 г. сборник официально зарегистрирован как электронное научное издание в ФГУП НТЦ «Информрегистр» и стал одним из первых электронных научных изданий России.

В сборнике публикуются статьи авторов из десятков российских регионов, ведущих академических институтов и вузов. Сайт сборника регистрирует более 13 000 скачиваний статей в месяц: такой «подписке» может позавидовать любое печатное научное издание.

С июля 2007 г. сборник входит в список ВАК – перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание учёной степени доктора и кандидата наук.

### **Основные разделы журнала**

В настоящее время тематика сборника «Управление большими системами» существенно расширилась, включив почти все направления современной теории управления:

- системный анализ;
- математическая теория управления;
- анализ и синтез систем управления;
- информационные технологии в управлении;
- сетевые модели в управлении;
- управление в социально-экономических системах;
- управление в медико-биологических и экологических системах;
- управление техническими системами и технологическими процессами;
- управление подвижными объектами и навигация;
- технические и программные средства управления;
- надёжность и диагностика средств и систем управления;
- программы и системы моделирования объектов, средств и систем управления.

Поскольку сегодня сборник является чисто электронным изданием, его объём практически неограничен. В среднем в одном выпуске выходит более десятка статей общим объёмом около 200 страниц формата А5. Плата с авторов за публикацию рукописей не взимается. Все статьи проходят рецензирование ведущими специалистами по теории управления.

Издание является свободным для доступа через международную компьютерную сеть Интернет. Представленные работы могут копироваться по электронным сетям и распечатываться для индивидуального пользования.

Ежегодно лучшие статьи сборника «Управление большими системами» отбираются для публикации на английском языке в издаваемом МАИК-Наука журнале «Automation and Remote Control».

**Редакционная коллегия сборника «Управление большими системами»**

В **Координационный совет** журнала входят: академики РАН С.Н. Васильев, С.В. Емельянов, А.Б. Куржанский, Е.А. Федосов, Ф.Л. Черноусько; члены-корреспонденты РАН С.Ю. Желтов, И.А. Каляев, П.П. Пархоменко, Ю.С. Попков; доктора технических наук, проф.: А.А. Дорофеев, О.П. Кузнецов, В.В. Кульба, В.Ф. Кротов, В.А. Лотоцкий, Б.В. Павлов, Б.Т. Поляк, В.Ю. Рутковский.

**Редколлегия:** **главный редактор** член-корреспондент РАН Д.А. Новиков, ИПУ РАН, **ответственный секретарь** к.т.н. М.В. Губко, ИПУ РАН.

**Члены редколлегии:**

- д.т.н., проф. Ф.Т. Алескеров, ГУ ВШЭ;
- д.э.н., проф. М.Ю. Архипова, ИПИ РАН;
- д.т.н., проф. В.Н. Афанасьев, МИЭМ;
- д.т.н., проф. Н.Н. Бахтадзе, ИПУ РАН;
- д.т.н., проф. В.Н. Бурков, ИПУ РАН;
- д.т.н., проф. В.М. Вишневский, НПО «Информационные и сетевые технологии»;
- д.э.н., проф. О.Г. Голиченко, ЦЭМИ РАН;
- д.ф.-м.н., проф. А.В. Добровидов, ИПУ РАН;
- д.т.н., проф. А.Ю. Заложнев, ИПУ РАН;
- д.т.н., проф. В.А. Ириков, МФТИ;
- д.т.н., проф. Г.Н. Калянов, ИПУ РАН;
- д.т.н., проф. М.Ф. Каравай, ИПУ РАН;
- д.т.н., проф. С.И. Касаткин, ИПУ РАН;
- д.э.н., проф. В.В. Клочков, ИПУ РАН;
- д.ф.-м.н., проф. А.Ф. Кононенко, ВЦ РАН;
- д.т.н., проф. А.П. Курдюков, ИПУ РАН;
- д.т.н., проф. В.Г. Лебедев, ИПУ РАН;
- к.т.н. В.Н. Лебедев, ИПУ РАН;
- д.э.н., проф. Э.В. Ловчиновский, ИПУ РАН;
- д.т.н., проф. А.С. Мандель, ИПУ РАН;
- д.ф.-м.н., проф. Н.Н. Непейвода, ИПС РАН;
- д.э.н., проф. Р.М. Нижегородцев, ИПУ РАН;
- д.т.н., проф. В.Н. Новосельцев, ИПУ РАН;
- д.т.н., проф. А.И. Орлов, МВТУ;
- д.ф.-м.н., проф. Л.Б. Рапопорт, ИПУ РАН;
- д.э.н., проф. В.Д. Секерин, ИПУ РАН;
- д.т.н., проф. Ю.В. Сидельников, МАИ;

- д.т.н., проф. А.С. Совлуков, ИПУ РАН;
- д.э.н., проф. О.С. Сухарев, Институт экономики РАН;
- д.т.н., проф. В.А. Уткин, ИПУ РАН;
- д.т.н., проф. Е.Н. Хоботов, МВТУ;
- к.ф.-м.н. П.Ю. Чеботарёв, ИПУ РАН;
- д.ф.-м.н., проф. А.Г. Чхартишвили, ИПУ РАН;
- д.т.н., проф. П.С. Щербаков, ИПУ РАН.

#### **Региональные редсоветы:**

- Волгоград – д.ф.-м.н., проф. А.А. Воронин; д.ф.-м.н., проф. А.Г. Лосев (ВолГУ);
- Воронеж – д.т.н., проф. С.А. Баркалов; д.ф.-м.н., проф. П.А. Головинский (ВГАСУ); д.т.н., проф. С.Л. Подвальный (ВГТУ);
- Иркутск – академик РАН И.В. Бычков; д.ф.-м.н., проф. А.В. Лакеев (ИДСТУ СО РАН);
- Казань – д.ф.-м.н., проф. А.И. Маликов; д.ф.-м.н., проф. Р.Т. Сиразетдинов (КГТУ-КАИ);
- Липецк – д.т.н., проф. Л.А. Кузнецов; д.т.н., проф. А.К. Погодаев (ЛГТУ);
- Петрозаводск – д.ф.-м.н., проф. В.В. Мазалов; д.т.н., доц. А.А. Печников (ИПМИ КарНЦ РАН);
- Самара – д.э.н., проф. В.Д. Богатырёв; д.э.н., проф. М.И. Гераськин; д.т.н., проф. В.Г. Засканов (СГАУ);
- Санкт-Петербург – д.ф.-м.н., проф. Л.А. Петросян (СПбГУ); д.ф.-м.н., проф. А.Л. Фрадков (ИПМ РАН);
- Старый Оскол – д.т.н., проф. Ю.И. Еременко (СТИ);
- Тверь – д.т.н., проф. В.Н. Кузнецов; д.т.н., проф. Б.В. Палюх (ТГТУ).

Сегодня основная задача сборника – оперативная публикация новейших научных результатов высокого качества в области теории управления и её приложений, и то, что сборник является электронным изданием, позволяет максимально сократить сроки публикации. Причём затраты на его выпуск неизмеримо ниже, а объём публикуемых статей – больше, и это повышает интерес к сборнику.

Сокращает время прохождения статей в редколлегии электронная система документооборота, которая позволяет принимать статьи, передавать их на рецензирование, вести переписку с авторами и т.д. Переход к электронным коммуникациям существенно сократил время рецензирования без ущерба для качества, позволил более активно привлекать авторов для технического оформления и правки статей, что ускоряет издательский цикл.

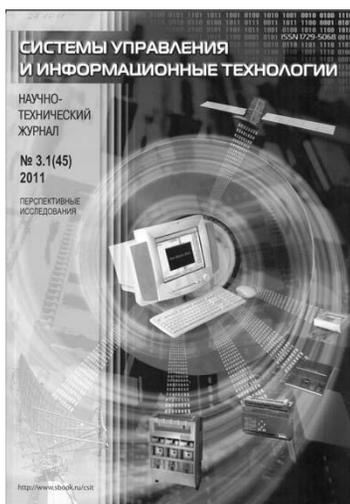
Важно, что сборник обеспечивает обратную связь для авторов статей, предоставляя им статистику просмотров их статьи и техническую возможность обсуждения не только вышедших, но и поданных статей в рамках постоянно действующей на сайте сборника Интернет-конференции.

Хорошей традицией стали специальные выпуски, посвящённые актуальным проблемам современной теории управления и её приложений: «Сетевые модели в

управлении», «Проблемы управления на железнодорожном транспорте», «Наукометрия и экспертиза в управлении наукой» – каждый из них стал важной вехой в развитии соответствующих областей исследований.

**Периодичность сборника** – 6 раз в год. Среднее время выхода статьи – 3–4 месяца. В сборнике нет «пухлого» редакционного портфеля: все статьи, прошедшие рецензирование, публикуются сразу.

## Журнал «Системы управления и информационные технологии»



**История.** Сборники научных трудов с общей тематикой «Информационные технологии моделирования и управления» выпускались под разными названиями с 1994 г. Первоначально организатором и издателем был Воронежский политехнический институт (ныне – Воронежский государственный технический университет), в 2001 г. в состав организаторов вошёл Липецкий государственный технический университет, в 2003 г. – Бакинский государственный университет. В годы перед созданием журнала сборник выходил под тем же, что и будущий журнал, названием «Системы управления и информационные технологии». Журнал зарегистрирован 20 мая 2003 г. в Министерстве печати

РФ Институтом проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН и Воронежским государственным техническим университетом.

**Тематика:** научные исследования и научно-технические разработки в области создания и применения современных информационных технологий и высокоэффективных информационных систем управления широкого профиля. Формат: А3, 19,2 п.л. Объём тома: 104 страницы. В год издаётся 4 номера журнала, содержащие 2–3 тома. Сайт журнала – <http://www.sbook.ru/suit/suit.htm>. Там есть актуальная информация о рубриках, редколлегии и т.п.

**Редколлегия:** **главный редактор** д.т.н., проф. С.Л. Подвальный, **зам. главного редактора** д.т.н., проф. В.Н. Бурков, **ответственный секретарь** д.т.н., проф. О.Я. Кравец.

**На сайте журнала <http://www.sbook.ru/suit/suit.htm>** в открытом доступе содержатся аннотации статей. Полные версии статей и библиографические ссылки доступны в проекте «Научная электронная библиотека». Здесь же можно найти актуальную информацию о рубриках, редколлегии и т.п.

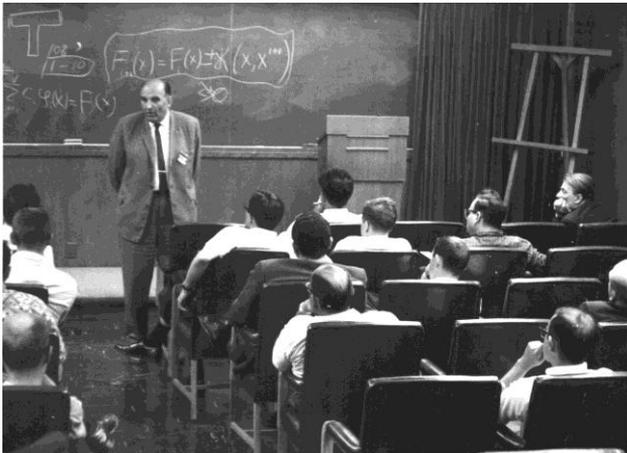
Решением ВАК Минобразования России (№ 9/11 от 07.03.2008) журнал включён в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени доктора и кандидата наук.

# Система обучения в Институте

С самого начала перед Институтом автоматике и телемеханики была поставлена задача проведения фундаментальных исследований в области автоматического управления. Для этого требовались высококвалифицированные научные кадры, но в то время у нас ещё не существовало организованной системы подготовки специалистов в области автоматике. Поэтому Институту пришлось создать собственные курсы для обучения иатовских сотрудников и привлекать крупных учёных, заинтересованных новой отраслью науки. В 1940 г. в ИАТ был приглашён для исследовательской работы известный математик Н.Н. Лузин. Благодаря лекциям этого блестящего преподавателя интерес к математике в ИАТе значительно вырос. Участие Лузина в работах по теории управления способствовало тому, что в её формальный аппарат прочно вошли теория матриц и многие другие математические дисциплины.

В 1944 г. в Институт пришёл известный физик академик А.А. Андронов, один из создателей теории нелинейных колебаний. Вокруг него собралась группа молодых энтузиастов, будущих корифеев теории управления. Особая роль отводилась организованному Андроновым семинару, где царил дух коллективного творчества и обсуждались научные результаты не только сотрудников Института, но и других учёных.

Атмосфера творчества и терпимость к научной критике стали основополагающими и в других организованных в ИАТе научных семинарах. Подтверждение тому – знаменитая «гавриловская школа» по логике и теории автоматов, существующая более 30 лет. В 70-е гг. Совет молодых учёных организовал в Институте циклы лекций по теории автоматов (М.А. Айзерман), теории нелинейных отображений и топологическим методам (М.А. Красносельский), теории вероятностей (В.С. Пугачёв). Эти лекции были невероятно популярны.



Лекция Марка Ароновича Айзермана

## Аспирантура и докторантура

Особую роль в подготовке научных кадров сыграла иатовская аспирантура. Уже в 1939 г. состоялся первый аспирантский набор. Первым руководителем аспирантуры и до последнего дня своей жизни (1960) был Н.П. Хрунов, ставший буквально «вторым отцом» всех иатовских аспирантов.



**Иван  
Васильевич  
Уткин**

Когда в 1969 г. Институт награждали орденом Ленина, среди главных заслуг ИАТа была названа подготовка высококвалифицированных научных кадров. В те годы аспирантуру возглавлял к.т.н. И.В. Уткин (он же – бесменный председатель профкома).

Долгие годы аспирантурой успешно руководил к.т.н. С.П. Хлебников – незаурядная яркая личность, в послужном списке которого было и участие в работах группы по созданию цветомузыки, и (в юности) выступления на оперной сцене. Затем отдел докторантуры и аспирантуры возглавил

д.т.н., проф. В.Д. Малюгин, сегодня отделом руководит д.т.н. Г.Н. Ахобадзе.



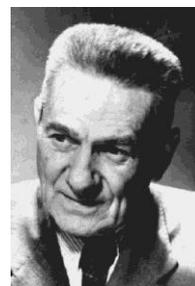
**Владимир  
Дмитриевич  
Малюгин**

К 2014 г. более 1400 человек окончили аспирантуру Института, многие успешно защитили кандидатские и докторские диссертации и стали ведущими специалистами по теории управления в России, странах СНГ и за их пределами. Ныне число выпускников аспирантуры, защитивших кандидатские и докторские диссертации, превышает 1000 человек.

В работе аспирантуры и в сложившейся в Институте системе обучения прослеживается преемственность поколений. Так, академик

Б.Н. Петров был аспирантом В.А. Трапезникова (считая своими учителями также Н.Н. Лузина и В.С. Кулебакина). Аспирантом Б.Н. Петрова был будущий академик, научный руководитель Института системного анализа РАН С.В. Емельянов. Академик Я.З. Цыпкин фактически был учеником А.А. Андропова, а аспирантами Я.З. Цыпкина – будущий академик, директор Института проблем информатики РАН Б.Н. Наумов и член-корреспондент РАН, директор ИСА РАН Ю.С. Попков. Аспирантом А.А. Андропова был будущий профессор М.А. Айзерман, в свою очередь воспитавший плеяду замечательных учёных. В аспирантуре у А.М. Петровского учился академик Н.А. Кузнецов, аспирантами М.А. Гаврилова были директор ИПУ РАН с 1987 по 2006 г. академик Грузинской академии наук И.В. Прангишвили и член-корреспондент РАН П.П. Пархоменко. Список продолжать долго.

Являясь одним из ведущих научных центров страны, ИПУ РАН и сегодня уделяет немалое внимание подготовке высококвалифицированных кадров в области управления. Институт имеет государственную лицензию и аккредитацию на право ведения послевузовской профессиональной образовательной деятельности по всем



**Николай  
Петрович  
Хрунов**



**Сергей  
Павлович  
Хлебников**



**Гурами  
Николаевич  
Ахобадзе**

образовательным программам. Обучение ведётся через систему очной и заочной аспирантуры, а также через докторантуру по следующим специальностям:

- управление в технических системах (05.13.01);
- элементы и устройства вычислительной техники и систем управления (05.13.05);
- автоматизированные системы управления (05.13.06);
- управление в социальных и экономических системах (05.13.10);
- математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей (05.13.11);
- системы автоматизации проектирования (по отраслям) (05.13.12);
- вычислительные машины, комплексы и компьютерные сети (05.13.15);
- математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (05.13.18);
- экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности, в том числе управление инновациями) (08.00.05);
- математические инструментальные методы экономики (08.00.13).

Циклы лекций ведущих учёных, научные семинары, возобновившиеся с 2005 г. регулярные школы молодых учёных – всё это создает для аспирантов и докторантов Института условия для быстрого научного роста.

Научный авторитет Института сделал защиты на его диссертационных советах особо престижными, поэтому среди соискателей учёных степеней – представители многих российских городов и даже зарубежных стран.

Результаты исследований ИПУ РАН не только отражены в специальных монографиях, но и вошли в учебники, ставшие настольными книгами для студентов технических вузов страны, готовящих специалистов в области теории управления. Назовём самые известные из многократно переиздававшихся учебников по теории управления, написанных сотрудниками Института:

- совместный труд учёных Института под общей редакцией В.В. Солодовникова «Основы автоматического регулирования», 1959;
- М.А. Айзерман «Лекции по теории автоматического регулирования», 1956;
- Я.З. Цыпкин «Теория импульсных систем», 1959;
- В.С. Пугачёв «Теория случайных функций и её применение к задачам автоматического управления», 1962;
- А.А. Фельдбаум «Основы теории автоматического управления», 1967;
- Я.З. Цыпкин «Основы теории обучающихся систем», 1970;
- М.А. Айзерман «Классическая механика», 1980;
- М.А. Красносельский, А.В. Покровский «Системы с гистерезисом», 1983;
- Б.Т. Поляк «Введение в оптимизацию», 1983;
- Я.З. Цыпкин «Информационная теория идентификации», 1984;
- Н.А. Бобылёв, В.С. Климов «Методы нелинейного анализа в задачах негладкой оптимизации», 1992;
- В.С. Пугачёв «Теория вероятностей и математическая статистика», 2002;

– Б.Т. Поляк, П.С. Щербаков «Робастная устойчивость и управление», 2002.

Этот список можно продолжить работами В.Н. Буркова, М.А. Гаврилова, А.Я. Лернера, А.М. Лётова, Р.Ш. Липцера, М.В. Меерова, Д.А. Новикова, Б.С. Сотскова, Г.М. Уланова и многих других авторов.

Особо выделим книгу М.А. Гаврилова «Теория релейно-контактных схем» (1950) – первый отечественный курс по прикладной логике, ставший каноническим учебным пособием для всех специалистов по автоматике.

Отметим также роль ИАТа в становлении легендарного «Физтеха». Московский физико-технический институт был создан с целью подготовки научных и инженерных кадров для передовых отраслей науки и производства. В «Записке об организации МФТИ», направленной в Правительство инициативной группой учёных 23 октября 1945 г., говорилось: *«Для создания руководящих научных кадров в области науки и техники необходимо коренным образом перестроить и улучшить систему нашего высшего образования. На это потребуется много времени. Для того чтобы в возможно короткий срок подготовить кадры для самых важных отраслей физико-математических наук, мы предлагаем создать особое учебное заведение «Московский физико-технический институт» на базе наших сильнейших научно-исследовательских институтов».*

Идея организации вуза нового типа получила поддержку на самом высоком уровне. В 1946 г. был создан физико-технический факультет МГУ (ФТФ МГУ), преобразованный в 1951 г. в Московский физико-технический институт (МФТИ).

К организации МФТИ и формированию системы «Физтеха» были причастны многие выдающиеся учёные: С.И. Вавилов, П.Л. Капица, М.В. Келдыш, И.В. Курчатов, М.А. Лаврентьев, Л.Д. Ландау, Н.Н. Семёнов, С.А. Христианович и др.

Базовая кафедра «Проблемы управления» МФТИ под руководством В.А. Трапезникова была организована в ИАТе в 1955 г. В соответствии с тогдашним названием Института она именовалась кафедрой «Автоматики и телемеханики». Первый выпуск состоялся в 1958 г. Ныне кафедра выпускает около 10 человек в год. Всего подготовлено более 500 дипломированных специалистов, более 100 из них сегодня работают в Институте, большинство – доктора и кандидаты наук.

Выпускники кафедры д.т.н., проф. В.Н. Бурков (многие годы заведовавший кафедрой) и академик Н.А. Кузнецов являются лауреатами Государственной премии. В 1980 г. Е.Я. Рубинович, А.П. Серебровский, Б.М. Миллер и В.А. Овчинкин стали лауреатами премии Ленинского Комсомола.

Базовая кафедра «Проблемы управления» – одна из крупнейших базовых кафедр МФТИ, её возглавляет заместитель директора Института, член-корреспондент РАН Д.А. Новиков.



**Дмитрий  
Александрович  
Новиков**



**Нина  
Александровна  
Бабушкина**

В 2001 г. в Институте была организована и успешно работает ещё одна базовая кафедра МФТИ «Техническая кибернетика», которой руководит д.т.н., проф. Л.Р. Соркин.

Костяк многих лабораторий Института составляют выпускники «Физтеха» разных лет, одним из примеров может служить лаборатория № 57 В.Н. Буркова.

Многие заведующие лабораториями ИПУ РАН – выпускники МФТИ: В.Н. Бурков, А.А. Дорофеев, Г.Н. Калянов, А.С. Мандель и др.



**Леонид  
Рафаилович  
Соркин**

Еще одной кафедрой, работающей непосредственно в стенах Института, является кафедра «Биомедицинская электроника» Московского института радиоэлектроники и автоматики (МИРЭА), которой руководит к.б.н. Н.А. Бабушкина.

В 2009 г. директор Института академик С.Н. Васильев организовал и возглавил кафедру «Физико-математические методы управления» на физическом факультете МГУ им. М.В. Ломоносова. Кафедра готовит специалистов, способных решать задачи управления объектами самой разнообразной природы – от космических ракет и спутников до систем предприятий социально-экономической сферы. В составе профессоров кафедры – сотрудники Института доктора наук В.Н. Афанасьев, А.Г. Кушнер, А.А. Лазарев, А.С. Мандель, Ю.В. Митришкин, Н.Б. Филимонов (зам. зав. кафедрой) и др. Первые из выпускников кафедры уже работают в Институте и других организациях страны.



**Станислав Николаевич  
Васильев**

Учёные института возглавляют кафедры многих вузов: РГГУ (В.В. Кульба), Высшей школы экономики (Ф.Т. Алескеров, А.А. Дорофеев и В.Н. Афанасьев), МГТУ (В.В. Девятков), МФТИ (Г.Н. Калянов), МЭИ (Н.В. Сизых) и др. Практически все ведущие сотрудники в той или иной мере совмещают научно-исследовательскую работу с преподавательской деятельностью в ведущих московских вузах: МГУ, МФТИ, МИФИ, МГТУ, МАИ, МЭИ, МТУСИ, МИРЭА и др.

Система обучения является одним из приоритетов деятельности Института.

## **Молодёжные научные школы**

Ещё одной формой обучения, способствующей повышению потенциала молодых учёных ИПУ РАН, является введение института молодёжных научных школ (МНШ). Под МНШ понимается творческий коллектив, состоящий из научного руководителя и не менее трёх молодых учёных и (или) специалистов (до 35 лет), работающих по единой научной тематике в соответствии с приоритетными направлениями фундаментальных исследований Института и РАН. С 2007 г. в Институте введена система грантов для поддержки МНШ, конкурс на соискание объявляется

ежегодно, грант выделяется на один или два года. Решение о продлении или выделении гранта принимается по результатам ежегодных отчётов МНШ на Учёном совете Института. На заседании Учёного совета выступают и научные руководители, и сами «школьники». Заседания совета завершаются процедурой закрытого экспертного голосования, результатом которого становятся усреднённые балльные оценки каждой из МНШ.

Сегодня в Институте действует 20 МНШ. Это молодёжные научные школы, возглавляемые А.П. Курдюковым (д.т.н., зав. лаб. № 1), С.А. Браништовым (к.т.н., и.о. зав. лаб. № 3), А.Г. Кушнером (д.ф.-м.н., зав. лаб. № 6), Б.Т. Поляком (д.т.н., г.н.с. лаб. № 7), О.П. Кузнецовым (д.т.н., зав. лаб. № 11), М.П. Фархадовым (д.т.н., зав. лаб. № 17), А.В. Толоком (д.т.н., и.о. зав. лаб. № 18), А.В. Ахметзяновым (к.т.н., зав. лаб. № 19), В.В. Кульбой (д.т.н., зав. лаб. № 20), А.В. Добровидовым (д.ф.-м.н., зав. лаб. № 21), Ю.В. Митришкиным (д.ф.-м.н., г.н.с. лаб. № 30), В.Г. Промысловым (к.ф.-м.н., в.н.с. лаб. № 31), А.Д. Цвиркуном (д.т.н., зав. лаб. № 33), В.А. Уткиным (д.т.н., г.н.с. лаб. № 37), А.И. Михальским (д.б.н., в.н.с. лаб. № 38), Ф.Ф. Пашенко (д.т.н., зав. лаб. № 40), С.К. Даниловой (к.т.н., в.н.с. лаб. № 45), Н.А. Абрамовой (д.т.н., зав. лаб. № 51), В.Н. Бурковым (д.т.н., зав. лаб. № 57), А.А. Лазаревым (д.ф.-м.н., зав. лаб. № 68).

## Научно-образовательные центры

Ещё одной формой интеграции образования и науки являются научно-образовательные центры (НОЦ) проблем управления, которые создаются на базе вузов (без полномочий юридического лица) для объединения усилий и ресурсов Института и вузов.

За период с 2005 г. Институтом и при его участии созданы и на сегодняшний день успешно функционируют научно-образовательные центры:

1. Арзамасский центр теории и систем управления (на базе АПИ), руководитель – д.ф.-м.н. П.В. Пакшин;
2. Волгоградский центр проблем управления (на базе ВолГУ), руководитель – д.ф.-м.н. А.А. Воронин;
3. Воронежский центр проблем управления (на базе ВГАСУ), руководитель – д.ф.-м.н. П.А. Головинский;
4. Инновационный центр (на базе МАИ), руководитель – д.т.н. Ю.В. Сидельников;
5. Инновационный центр (на базе МВТУ), руководитель – д.э.н. И.Н. Омельченко;
6. Казанский центр проблем управления (на базе КНИТУ-КАИ), руководитель – д.т.н. Р.Т. Сиразетдинов;
7. Красноярский центр «Информатика, информационные технологии и управление» (на базе Сибирского федерального университета), руководитель – проф. С.А. Подлесный;
8. Курский центр проблем управления (на базе ЮЗГУ), руководитель – д.т.н. С.Г. Емельянов;

9. Липецкий центр проблем управления (на базе ЛГТУ), руководитель – д.т.н. А.К. Погодаев;
10. Магнитогорский центр проблем управления (на базе МаГТУ), руководитель – д.т.н. И.Ю. Мезин;
11. Центр «Системный анализ в управлении» (на базе МИФИ), руководитель – к.т.н. В.П. Румянцев;
12. Пермский центр проблем управления (на базе ПГТУ), руководитель – д.т.н. В.Ю. Столбов;
13. Самарский центр проблем управления (на базе СГАУ), руководитель – д.т.н. В.Г. Засканов;
14. Старооскольский центр проблем управления (на базе СТИ), руководитель – д.т.н. Ю.И. Ерёменко;
15. Тверской центр проблем управления (на базе ТГТУ), руководитель – д.т.н. В.Н. Кузнецов;
16. Уфимский центр проблем управления (на базе УГАТУ), руководитель – д.т.н. Б.Г. Ильясов.

На базе Института совместно с МФТИ создан НОЦ «Интеллектуальные системы управления».



НАШИ





# РОДСТВЕННИКИ



# НАШИ РОДСТВЕННИКИ

В начале 70-х гг. развитие Института проблем управления несколько осложнилось. Это время запомнилось появлением значительного числа новых теоретических направлений в области управления и их распространением на всё новые сферы практического применения. Вышестоящие организации не всегда одобрительно относились к расширению проблематики исследований, выходящей за пределы привычного круга их ведомственных интересов. Поэтому работы в области управления экономическими и организационными системами, теории принятия решений, глобального моделирования, управления развитием регионов и мегаполисов, методов системного анализа и других тематик шли не без помех. К тому же полноценное развитие новых направлений в стенах Института сдерживалось противоречием между заметным ростом численности научного персонала и ограниченностью производственных площадей. Выходом из создавшегося положения могло стать создание новых исследовательских организаций, базировавшихся на накопленном в ИПУ научном потенциале.

Идея прошла апробацию, когда решением ГКНТ СССР от 29 апреля 1970 г. был создан Международный коллектив учёных в области организационного управления, кибернетики и исследования операций. Успешная деятельность этого коллектива, который формировался преимущественно из сотрудников ИПУ и располагался на его площадях, помогла становлению на его основе самостоятельной научной организации – Международного научно-исследовательского института проблем управления (МНИИПУ). Межправительственное соглашение о его создании было подписано 9 июля 1976 г., и в соответствии с ним целью МНИИПУ было объявлено выполнение комплексных исследований и разработок в области теории и практики организации и управления. Директором МНИИПУ был назначен академик С.В. Емельянов.

В те же годы был образован Всесоюзный научно-исследовательский институт системных исследований (ВНИИСИ), многие из сотрудников которого были выходцами из ИПУ. Академик С.В. Емельянов стал заместителем директора, а затем директором ВНИИСИ, переименованного в Институт системного анализа (ИСА). На этом посту его сменил ещё один «иатовец», член-корреспондент РАН Ю.С. Попков.

Таким образом, во второй половине 70-х гг. стала зарождаться неформальная научная структура, образованная научными работниками с общей историей прихода в науку, совпадающими научными интересами и тесно переплетёнными судьбами.

Несколько позже ещё одним значимым звеном этой структуры стал другой академический институт, Институт проблем передачи информации (ИППИ), который возглавил академик Н.А. Кузнецов, также сформировавшийся как учёный в ИПУ.

На протяжении многих лет и до настоящего времени коллективы всех трёх институтов – ИПУ, ИСА и ИППИ – объединяют традиции иатовской научной школы, схожие научные пристрастия и обычные человеческие привязанности. Привычной практикой стало проведение общих научных мероприятий и совместных научных исследований.

Разумеется, названными институтами не исчерпывается список тех академических коллективов, в которые влились выходцы из ИАТа. Достаточно назвать Институт проблем информатики РАН, директором которого был ученик Я.З. Цыпкина академик Борис Николаевич Наумов, а заведующим отделом – академик Владимир Семёнович Пугачёв, или Институт автоматизации и процессов управления Дальневосточного отделения РАН, в котором директорствовал бывший заместитель директора ИАТа академик Авенир Аркадьевич Воронов\*. Однако именно ИСА и ИППИ собрали в своих стенах наиболее представительные группы иатовских питомцев – широко известных учёных-специалистов по теории управления. Именно поэтому с них начинаются короткие рассказы о родственных нам институтах Академии наук.

## Институт системного анализа РАН

Институт системного анализа (ИСА РАН) был создан 4 июня 1976 г. под названием «Всесоюзный научно-исследовательский институт системных исследований» (ВНИИСИ) Государственного комитета Совета министров СССР по науке и технике и Академии наук СССР для комплексного исследования научно-технических и социально-экономических проблем народно-хозяйственного значения. Институт возглавил и руководил им на протяжении 17 лет академик Джермен Михайлович Гвишиани. Широкий кругозор, творческая инициатива, личный авторитет и организационный талант позволили Д.М. Гвишиани привлечь во ВНИИСИ известные коллективы ведущих учёных страны из разных областей науки, создать условия для их активного взаимодействия и обеспечить междисциплинарный характер проводимых исследований.



**Джермен Михайлович  
Гвишиани**



**Станислав Васильевич  
Емельянов**

В одной из таких представительных групп, которую в 1976 г., вскоре после создания, пригласил во ВНИИСИ Джермен Михайлович, было несколько десятков учёных ИПУ АН СССР во главе с одним из заместителей директора ИПУ, членом-корреспондентом АН СССР, а впоследствии академиком и директором ИСА РАН (1993–2003) Станиславом Васильевичем Емельяновым.

Среди тех, кто перешёл из Института проблем управления во ВНИИСИ (иногда через другие академические институты), были действующие или избранные впоследствии академики А.А. Воронов, С.В. Емельянов, О.И. Ларичев и С.Н. Коровин; члены-корреспонденты РАН В.Л. Арлазаров и Ю.С. Попков (сегодня директор ИСА РАН); доктора наук Г.М. Адельсон-Вельский,

\* Вернувшись в 1980 г. в Москву, Авенир Аркадьевич стал сотрудником ИСА АН СССР.



**Юрий Соломонович  
Попков**

А.П. Афанасьев, Ю.Н. Иванов, Ю.А. Коссов, В.Е. Кривоножко, А.И. Пропой, В.З. Рахманкулов, В.В. Токарев, Р.Л. Шейнин, Л.А. Шоломов, В.Н. Якимец и др.; кандидаты наук М.В. Донской, С.В. Дубовский, В.Д. Зенкин, О.А. Мамиконова, А.А. Пионтковский, А.М. Раппопорт, А.И. Тейман, С.И. Травкин, Е.М. Фуремс и многие другие.

В 70–80-е гг. ВНИИСИ вёл исследования по созданию теоретических основ и методологических принципов системного анализа, развивались также теория управления, методология моделирования и комплексного анализа долгосрочного народно-хозяйственного и мирового развития с учётом взаимодействия экономических, социальных, научно-технических и экологических факторов, методы формирования и управления крупномасштабными проектами, целевыми народно-

хозяйственными, межотраслевыми и региональными программами и программами специального назначения, методы системных исследований по важнейшим прикладным междисциплинарным и межотраслевым проблемам, включая разработку методов управления созданием и функционированием сложных организационных и технических систем.

Институт возглавлял работы по научно-методическому обеспечению советского участия в деятельности Международного института прикладного системного анализа (Вена, Австрия).

В 1992 г. ВНИИСИ получил своё нынешнее название – Институт системного анализа Российской академии наук (ИСА РАН). Сегодня здесь созданы уникальные программно-технические комплексы для распределённых вычислений и распределённого обучения; анализа социально-экономических процессов в условиях переходной экономики; построения больших баз знаний, имитирующих знания экспертов; применения речевых навигаторов и систем речевого управления в прикладных задачах; распознавания текстов, аудио- и видеодокументов; анализа альтернатив развития городских транспортных систем и др.

## **Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН**

В соответствии с распоряжением Совета министров СССР от 30 апреля 1948 г. и на основании Постановления Общего собрания АН СССР от 10 июня 1948 г. Президиум АН СССР своим постановлением от 30 сентября 1948 г. выделил из состава Института автоматики и телемеханики Лабораторию проводной связи, преобразовав её в самостоятельную научно-исследовательскую Лабораторию при Отделении технических наук АН СССР. Директором Лаборатории был назначен член-корреспондент АН СССР Валентин Иванович Коваленков.

В 1954 г. в Лабораторию приходит член-корреспондент АН УССР Александр Александрович Харкевич (1904–1965), который (после ухода В.И. Коваленкова на пенсию в 1957 г.) становится её директором.

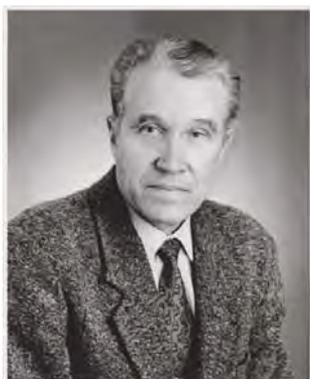
В 1959 г. в связи с расширением проблематики постановлением Президиума АН СССР № 291 Лаборатория получила новое название – Лаборатория систем передачи информации (ЛСПИ АН СССР).



**Александр Александрович Харкевич**

Лаборатории и электроники АН СССР.

При создании ИППИ перед институтом были поставлены задачи развития теории передачи информации и её приложений, разработки принципиальных вопросов единой автоматизированной сети передачи и распределения информации, разработки методов автоматического опознавания образов. В дальнейшем здесь стали также развивать тематику,



**Николай Александрович Кузнецов**

В 1961 г. Президиум АН СССР реорганизовал ЛСПИ в Институт проблем передачи информации АН СССР (ИППИ). Исполняющим обязанности директора был назначен член-корреспондент АН СССР А.А. Харкевич, заместителем директора по научной части – к.т.н. И.А. Овсеевич (также бывший сотрудник ИАТа).

В 1966 г. директором ИППИ стал член-корреспондент АН СССР Владимир Иванович Сифоров (1904–1993), ранее работавший в Институте радиотех-

ники и электроники АН СССР.

связанную с изучением проблем связи в живой природе, для чего в институт стали приглашаться (и переходили) лаборатории с биологической направленностью из других научно-исследовательских организаций.

Ещё одно расширение исследовательской тематики ИППИ связано с 1990 г., когда в институт перешёл (и по 2006 г. возглавлял его) бывший зам. директора ИПУ, тогда член-корреспондент АН СССР, а с 1994 г. – академик РАН Николай Александрович Кузнецов, который инициировал исследования в области теории управления.

Вместе с Н.А. Кузнецовым в ИППИ перешли и другие бывшие сотрудники ИПУ РАН, и среди них (звания указаны нынешние): доктора наук А.Ю. Веретенников,



**Валентин Иванович Коваленков**



**Владимир Иванович Сифоров**

В.М. Вишнеvский, В.В. Калашников, А.М. Красносельский, М.А. Красносельский, Р.Ш. Липцер, А.И. Ляхов, А.В. Покровский, М.М. Соловьёв; кандидаты наук Н.Б. Баканова, В.И. Венец, О.И. Гулинский, А.С. Поддубный и др.



**Александр Петрович  
Кулешов**

В 2006 г. директором Института проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН стал д.т.н., проф. Александр Петрович Кулешов (член-корреспондент РАН с 2008 г., академик – с 2011 г.), специалист в области информационных технологий и математического моделирования, научные интересы которого связаны с разработкой принципов создания мультидисциплинарных моделей сложных технических объектов, а также новых математических моделей, методов и алгоритмов обработки и анализа данных, основанных на когнитивных технологиях и предназначенных для решения прикладных задач в компьютерных системах проектирования в условиях нечётких входных данных и взаимосвязей.

## **Институт проблем информатики РАН**

В середине 1983 г. руководством СССР было принято решение о необходимости расширения и усиления исследований в области информатики и вычислительной техники в рамках Академии наук. С целью реализации данного решения в составе АН СССР было образовано Отделение информатики, вычислительной техники и автоматизации. Главными инициаторами подготовки и принятия решений по организации нового отделения были президент АН СССР Анатолий Петрович Александров и вице-президент Евгений Павлович Велихов, который и возглавил новое отделение. В состав отделения вошли Институт прикладной математики АН СССР, Вычислительный центр АН СССР, Институт проблем передачи информации АН СССР, а также несколько вновь образованных институтов. 29 июля 1983 г. было принято постановление ЦК КПСС и Совета министров СССР об образовании Института проблем информатики АН СССР (ИПИАН). Соответствующее распоряжение Президиума АН СССР было датировано 2 августа 1983 г.

Изначально работы по созданию средств вычислительной техники в СССР проводились как в институтах Академии наук, так и в ряде отраслевых НИИ. Но в начале 1960-х гг. руководством страны в рамках проводившихся многочисленных структурных преобразований было принято решение о передаче целого ряда академических институтов в промышленные министерства. В их числе оказались и Институт электронных управляющих машин (ИНЭУМ), и Институт автоматики и телемеханики (ИАТ), и целый ряд других. В 1980-х гг. появляются и стремительно завоёвывают новые области применения массовые средства вычислительной техники – персональные компьютеры, существенное развитие получают научные основы информатики. Однако «ведомственность» организаций, занимающихся проблемами информатизации, стала определённым тормозом для развития информатики в СССР.

Именно для преодоления «ведомственных барьеров», а также развития методов и средств информатизации было образовано новое отделение АН СССР, а член-корреспондент АН СССР Борис Николаевич Наумов, возглавлявший Институт электронных управляющих машин Минприбора СССР, был назначен директором – организатором одного из новых институтов, ИПИАН.

Хотелось бы пояснить мотивы этого назначения. Б.Н. Наумов сформировался как учёный в ИАТе, где прошёл путь от инженера до учёного секретаря Института, доктора технических наук. Ему были хорошо знакомы и близки атмосфера академической науки и её возможности. Работая в течение 16 лет директором ИНЭУМ, он накопил богатый опыт взаимодействия с отраслевыми НИИ и промышленными предприятиями, организации международного научно-технического сотрудничества. Он остро ощущал «ведомственные» ограничения и активно продвигал проведение научно-исследовательских работ в области вычислительной техники и информатики в Академии наук, понимая возникающие при этом более широкие возможности. Он предлагал, в частности, вернуть ИНЭУМ в Академию, чему руководство Минприбора категорически противилось. Именно из-за нежелания министерств «возвращать» Академии наук институты было принято «компромиссное» решение – создать ряд новых институтов в Академии, добившись при этом разрешения на перевод в них части сотрудников из отраслевых НИИ.

Основная задача ИПИАН была определена как «проведение фундаментальных и прикладных исследований в области технических и программных средств массовой вычислительной техники и систем на их основе», а интеллектуальной базой первых научных подразделений ИПИАН стали коллективы ряда научных отделов ИНЭУМ, переведённые в ИПИАН в начале 1984 г.

Распоряжение Президиума АН СССР, которым создавался ИПИАН, было датировано 2 августа 1983 г. Тем же решением первым сотрудником института был назначен Михаил Лазаревич Линский. Он занял должность заместителя директора ИПИАН по строительству. На ИПИАН была возложена функция заказчика по строительству комплекса зданий Президиума АН СССР на площади Гагарина. Дирекция строительства здания была передана в состав ИПИАН и подчинена М.Л. Линскому. Линский долгое время работал в ИАТе (1950–1975), с его именем связано строительство в конце 60-х нового (нынешнего) здания ИПУ. Затем М.Л. Линский перешёл во ВНИИСИ (ныне ИСА РАН), где также возглавлял строительство здания института на проспекте 60-летия Октября. Вместе с М.Л. Линским в ИПИАН из ВНИИСИ пришёл ещё один бывший сотрудник ИПУ – Пётр Кондратьевич Семикопенко, который внёс большой вклад в организацию и становление института в начальном периоде. Он фактически и выполнял обязанности начальника отдела кадров при приёме первых сотрудников в институт, и непосредственно руководил работами по обустройству института и ремонту помещений.



**Борис Николаевич  
Наумов**

В середине 1984 г. в ИПИАН с группой своих учеников и сотрудников перешёл академик Владимир Семёнович Пугачёв, до этого в течение 28 лет работавший в ИПУ. Под его руководством в ИПИАН были разработаны методы, алгоритмы и программы статистического анализа и условно-оптимального оценивания случайных процессов и последовательностей, алгоритмы автоматического составления и решения уравнений с помощью ЭВМ для вероятностных характеристик процессов в нелинейных стохастических системах по исходным уравнениям модели. Были разработаны принципы создания интеллектуализированных пакетов прикладных программ для исследования стохастических моделей, реализованные программными средствами. Академик В.С. Пугачёв своей важнейшей задачей считал доведение теоретических разработок до использования инженерами и исследователями-прикладниками. За работы в области стохастических систем в 1990 г. он был удостоен Ленинской премии, его премия оказалась последней в истории страны «сольной» (без соавторов) Ленинской премией.

Институт быстро развивался: в его состав вошли филиалы в Бердянске, Казани, Орле. Общая численность сотрудников института в 1988–1989 гг. превышала 1000 человек. В 1990 г. был образован совместный отдел с Радиотехническим институтом в г. Таганроге.

В 1989 г. директором института стал член-корреспондент АН СССР Игорь Александрович Мизин (в 1997 г. избран действительным членом РАН), до этого много лет проработавший в оборонной промышленности. Это совпало по времени с началом коренных изменений в жизни страны и Академии наук. По инициативе Игоря Александровича в институте стали активно развиваться работы в области построения интегрированных информационно-телекоммуникационных сетей и систем. Важнейшим фундаментальным и практическим результатом работ в начале 90-х гг. явилась разработка Концепции создания и развития телекоммуникационных систем, содержащей обоснование и выбор международных стандартов, методов и средств, на которые предложено ориентировать развитие инфраструктуры телекоммуникаций в регионах России. Был разработан функционально полный комплекс аппаратно-программных средств (на микропроцессорной базе) построения сетей передачи данных с коммутацией пакетов и с интегральной коммутацией, включающий высокопроизводительный центр коммутации пакетов, пакетные адаптеры данных, средства управления и абонентского сопряжения с сетью передачи данных, средства электронной почты X.400.

В 1992 г. институт получил новое наименование – Институт проблем информатики Российской академии наук (ИПИ РАН).

В 1999 г. директором института стал Игорь Анатольевич Соколов, работавший до этого в институте заведующим отделом и заместителем директора. В 2003 г. И.А. Соколов избран членом-корреспондентом РАН, а в 2008 г. – действительным членом РАН. В июне 2013 г.



**Игорь Анатольевич Соколов**

его избрали главным учёным секретарём Президиума РАН. С 1999 г. под руководством И.А. Соколова активизировалось участие института в работах по информатизации Президиума РАН и его учреждений (институт был назначен головным исполнителем по целевой программе). Вышли на новый уровень работы института для Банка России (участие в разработке и создании информационно-телекоммуникационной системы обеспечения электронных расчётов, создание почтовых служб ряда территориальных управлений и др.). Продолжились и значительно расширились работы по созданию автоматизированных систем управления для органов государственной власти РФ. Выполнялись крупные проекты по созданию информационно-телекоммуникационных систем с Министерством обороны РФ, Федеральной службой безопасности и Министерством внутренних дел РФ. Под руководством И.А. Соколова была решена актуальная задача описания класса крупномасштабных телекоммуникационных систем двойного применения как полносвязных, территориально-структурированных, мультисетевых систем общенационального масштаба, совмещающих функции специальных систем и систем общего пользования.

Институт входит в состав Отделения нанотехнологий и информационных технологий РАН (до 2002 г. – Отделение информатики, вычислительной техники и автоматизации, в 2002–2007 гг. – Отделение информационных технологий и вычислительных систем).

# НАУЧНЫЕ и ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ



# ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ





# ЛАБОРАТОРИЯ № 1

## ДИНАМИКИ УПРАВЛЯЕМЫХ СИСТЕМ

Лаборатория создана в период структурной реорганизации Института автоматики и телемеханики АН СССР 7 февраля 1952 г. Первым заведующим лабораторией был назначен заведующий Отделом автоматического регулирования и управления Института доктор технических наук, профессор Борис Николаевич Петров (впоследствии член-корреспондент, академик и вице-президент Академии наук СССР).



**Основатель  
и первый зав. лаб. № 1  
Борис Николаевич Петров**

В лаб. № 1 под руководством академика Б.Н. Петрова им самим и его учениками были сформулированы фундаментальные принципы теории управления, разработаны новые разделы теории и предложены оригинальные методы исследования. Среди них: метод структурных преобразований схем автоматических систем и адекватный математический аппарат – алгебра структурных схем, методы интегрирования нелинейных дифференциальных уравнений, теория инвариантности, и в частности необходимые условия физической реализуемости условий абсолютной инвариантности (сегодня эти условия широко известны в мире как принцип двухканальности Б.Н. Петрова), теория нелинейных инвариантных систем с запаздыванием и комбинированных систем, новый класс систем – системы двукратной инвариантности, обобщение условий инвариантности на случай статистически заданных возмущений, развиты идеи двухканальности в информационных и измерительных устройствах.

Б.Н. Петров неоднократно участвовал в заседаниях знаменитого Совета главных конструкторов, возглавляемого С.П. Королёвым. В 1954 г. Институту автоматики и телемеханики Постановлением Правительства было поручено возглавить исследования по управлению двигательной установкой межконтинентальной составной двухступенчатой ракеты Р-7, разрабатывавшейся С.П. Королёвым, и Борис Николаевич был назначен научным руководителем этих работ. Начиная с 1956 г. важным направлением работ Б.Н. Петрова стала разработка теории и систем управления искусственными спутниками Земли. Он внёс существенный вклад в создание многоместных пилотируемых кораблей-спутников, автоматических станций, запускаемых к Луне, систем мягкой посадки автоматических аппаратов на Луну. Являясь председателем Совета «Интеркосмос», Б.Н. Петров лично участвовал в решении многочисленных организационных, научных и технических проблем при подготовке международного проекта «Союз-Аполлон» (СССР-США).

Под руководством Б.Н. Петрова лаб. № 1 всегда была генератором и разработчиком новых идей, кузницей лучших научных кадров Института. За годы существования лаборатории из её состава выделились новые научные подразделения: лаб. № 6 (первый заведующий – д.т.н., проф. Г.М. Уланов), № 8 (д.т.н., проф. Ю.П. Портнов-Соколов), № 22 (академик С.В. Емельянов), № 42 (д.т.н., проф. В.Ю. Рутковский), № 48 (д.т.н., проф. В.А. Викторов).

В 70-е гг. XX столетия лаб. № 1 под руководством Б.Н. Петрова вела работы по нескольким основным направлениям:

- Исследование и разработка структур специализированных бортовых цифровых вычислительных средств летательных аппаратов (д.т.н. Ф.В. Майоров, д.т.н. Ю.В. Ковачич, к.т.н. В.В. Бельгий, к.т.н. А.М. Шевченко). Исследование архитектур и методов повышения отказоустойчивости бортовых вычислительных комплексов (к.т.н. Э.М. Мамедли, А.П. Курдюков). Результаты разработок были реализованы в бортовой системе управления первого отечественного космического аппарата многоразового использования «Буран».
- Исследование методов гармонической линеаризации в применении к системам с логическими законами управления. Логическое управление позволяет обеспечить высокое быстродействие, точность, требуемое качество процесса, высокую надёжность функционирования системы, а в случае необходимости повышенную экономичность управления с помощью простых и надёжных технических средств. Разработка приближённого метода исследования автоматических систем, управляемых конечными автоматами. Исследование автоколебательных режимов в логических импульсных и импульсно-релейных системах управления (д.т.н. М.В. Старикова).
- Разработка принципов построения, структур и методов реализации бортовых информационно-управляющих систем высокоресурсных автономных космических аппаратов для исследований комет, малых планет и спутников больших планет Солнечной системы. В рамках этой проблемы самостоятельными направлениями были исследования по методам управления и технической диагностике бортовых ядерных энергоустановок и систем обеспечения целевых научных программ. Разработки лаб. № 1 в этой области (д.т.н., проф. В.В. Бугровский, к.т.н. Д.А. Гольдин, к.т.н. И.А. Вогау) были реализованы в техническом проекте НПО им. С.А. Лавочкина по созданию космического аппарата с ядерным источником энергии и двигателями малой тяги для исследования пояса астероидов.
- Разработка системы экологического мониторинга состояния природной среды на базе космических и авиационных фотосъёмок, математического моделирования динамики природных биотических и абиотических процессов и биогеоценозов, данных наземных полевых экспериментов (В.В. Бугровский, Д.А. Гольдин, И.А. Вогау). Предложена методика формирования сети региональных геоэкоинформационных центров, основанная на упомянутых трёх источниках экологической информации.

В 1983 г. лаб. № 1 возглавил лауреат Государственной премии СССР, доктор технических наук, профессор Борис Викторович Павлов, ставший руководителем и участ-

ником исследований и разработок, начатых при Б.Н. Петрове и продолженных сотрудниками лаборатории.

В лаборатории развивались новые теоретические и прикладные исследования:

- Построение новых методов управления движущимися объектами в новой перспективной ветви теории управления – стохастической  $H_\infty$  теории робастного управления (А.П. Курдюков). Полученные результаты позволяют повысить степень робастности к возмущениям при синтезе алгоритмов управления движением летательных аппаратов, что актуально для повышения безопасности и живучести летательных аппаратов.
- Оценивание состояния технического объекта управления как нелинейной системы с позиции анализа наблюдаемости и синтеза наблюдателей (д.ф.-м.н. К.Е. Старков). Изучались геометрические структуры множества универсальных входов для полиномиальной пары «система – закон наблюдения».
- Исследования в области создания высокоинтеллектуальных информационно-управляющих систем для сложных технических объектов и человеко-машинных комплексов (к.т.н. А.М. Чесноков, В.А. Бойченко). Изучались методы обеспечения интеллектуальной поддержки деятельности человека-оператора (членов экипажа, операторов бортовых систем и наземных комплексов управления) в быстро меняющейся обстановке при жёстких ограничениях на время принятия решений, недостаточной априорной и недостаточно достоверной текущей информации. В этой области разрабатывались эффективные методы обучения и представления баз знаний, механизмы вывода и другие методы искусственного интеллекта, реализуемые в виде прикладных программных и инструментальных средств.



**Борис Викторович Павлов**

Результаты теоретических исследований лаб. № 1 в последние годы активно внедряются в авиационной и космической технике. Для высокоэффективной системы управления движением летательных аппаратов в лаборатории разработан энергетический подход к управлению движением (А.М. Чесноков, А.М. Шевченко). Методологической базой являются уравнение баланса энергий и обобщённый критерий полной удельной энергии летательного аппарата. На множестве объектов в условиях непрогнозируемых возмущений реализованы режимы управления, недоступные в классе традиционных систем.

С 2007 г. лаб. № 1 возглавил ученик Б.Н. Петрова, его последний аспирант, доктор технических наук, профессор А.П. Курдюков.

В лаборатории ведутся исследования по нескольким направлениям:

- Продолжается построение стохастической теории робастного управления. Разработана теория, позволяющая синтезировать регуляторы для линейных многомерных стационарных систем, на вход которых поступает случайный гауссовский сигнал с неизвестными характеристиками. Построенная теория существенно опирается на вновь введённые понятия средней анизотропии

случайного входного сигнала и анизотропийной нормы линейной системы. Средняя анизотропия характеризует неопределённость характеристик случайного сигнала, а анизотропийная норма является индуцированной нормой линейной системы, на вход которой поступает сигнал с ограниченным уровнем средней анизотропии. Построенные по критерию минимума анизотропийной нормы замкнутой системы регуляторы называются анизотропийными. Методы их построения обобщают известные методы синтеза оптимальных линейно-квадратичных гауссовских регуляторов и субоптимальных регуляторов, минимизирующих специальную норму передаточной функции замкнутой системы. Для построения указанных регуляторов необходимо решать связанные уравнения Риккати, уравнения Ляпунова и алгебраические уравнения специального вида. Для этого в лаборатории разработан математический пакет, решающий данные задачи. Если входной сигнал является гауссовским белым шумом, построенная теория совпадает с известной теорией Р. Калмана построения линейно-квадратичных гауссовских регуляторов. Решена задача построения субоптимальных анизотропийных регуляторов, проведена параметризация всех регуляторов, решающих субоптимальную анизотропийную задачу. Разработаны численные методы построения субоптимальных регуляторов на основе методов полуопределённого программирования и линейных матричных неравенств. Получены результаты по синтезу анизотропийных регуляторов заданного порядка (А.П. Курдюков, д.т.н. М.М. Чайковский, Е.А. Максимов). Построена анизотропийная теория робастного управления для дескрипторных систем (А.А. Белов). Заложены основы построения теории анизотропийного робастного управления (анализ и синтез) в случае, когда математическое ожидание входного сигнала не равно нулю (А.П. Курдюков, А.Ю. Кустов), что значительно расширяет класс возможных технических приложений теории. Разработаны методы анизотропийной фильтрации (к.т.н. В.Н. Тимин, д.т.н. М.М. Чайковский). Все теоретические результаты применяются для синтеза систем управления движением летательных аппаратов (к.т.н. В.Н. Тимин, д.т.н. М.М. Чайковский). По анизотропийной теории робастного управления защищено 4 кандидатских и 2 докторских диссертации. За последние 5 лет по этой тематике написаны и опубликованы 3 монографии. В 2013 г. работы по анизотропийной теории управления были удостоены премии Президиума РАН им. Б.Н. Петрова.

- Проводятся исследования по динамике нелинейных систем автоматического управления. Для некоторых классов нелинейных систем исследуются задачи локализации инвариантных множеств, и в частности задача локализации периодических орбит. Решение таких задач имеет большое значение для развития теории управления хаосом (К.Е. Старков).
- В части концептуальных, прогрессивных теоретических направлений работ лаборатории лежит дальнейшая проработка энергетического подхода к управлению движением в пространстве (А.М. Шевченко). Этот подход базируется на уравнении баланса энергий в системе «Объект – силовая установка – внешняя среда». Уравнение связывает режим работы двигателей, аэродинамические характеристики и ветровые возмущения, выражая их в одних и тех же обобщённых координатах – в координатах удельной энергии или энергетической высоты. Задача управления сформулирована как двумерная задача мини-

мизации целевых функций: (1) отклонения энергетической высоты и (2) дисбаланса между потенциальной и кинетической составляющими. На базе этого подхода разработана модифицированная энергетическая система управления полётом (ЭНСУ), которая в модельных экспериментах продемонстрировала явные преимущества перед традиционными системами для широкого класса самолётов в диапазоне масс от 10 т (Су-80) до 200 т (Ил-96). Кроме того, этот подход позволяет формировать директорный индекс для ручного управления тягой двигателей и генерировать сигналы оповещения об уровне ветровых возмущений. Результаты внедрены в Московском институте электромеханики и автоматики при проектировании систем управления полётом самолётов Ту-154, Ту-204, Ил-96, Ан-148, Су-80 и Ан-70. Получен патент на изобретение способа управления по директорному индексу.

- Как показывает статистика лётных происшествий, большинство из них (более 50%) происходит на взлётно-посадочных режимах. Это объясняется влиянием «человеческого фактора». Высокие психологические нагрузки на экипаж, плохая ситуативная осведомлённость и дефицит времени для принятия решений в нештатных ситуациях являются предпосылками ошибочных или запоздалых реакций пилота.

Для обеспечения информационной поддержки экипажа в лаборатории предложена и успешно развивается методика прогнозирования состояния самолёта в некоторых терминальных точках траектории, таких как точка останова при торможении, точка подъёма носовой опоры или точка преодоления высотного препятствия на взлёте. Методика основана на энергетическом подходе. Для этого уравнение баланса энергий было расширено на область наземных режимов движения, где возникают механические силы торможения со стороны шасси. Идея методики состоит в том, что в прогнозе учитывается накопление энергии на траектории движения от текущей точки на ВПП до любой впередилежащей, в том числе и за пределами ВПП и на высоте препятствия. Для повышения достоверности прогноза разработаны методы коррекции алгоритмов прогнозирования. Модельные испытания алгоритмов после их коррекции подтвердили высокую точность определения дистанции торможения (в пределах 20 метров при наихудших погодных условиях и отказе двигателя).

Деятельность лаборатории по развитию энергетического подхода удостоена премий за лучшие работы Института на конкурсах 2003 и 2013 гг.

- В задачах управления движением любых подвижных объектов – морских, наземных, атмосферных, космических – важнейшей характеристикой объекта является его масса. Особое значение объективная оценка фактической массы приобретает в коммерческой авиации и при расследовании чрезвычайных происшествий. На основе энергетического подхода разработан метод объективного контроля массы самолётов по записям штатных бортовых регистраторов или по датчикам полётных параметров. Задача определения массы была поставлена как задача идентификации одного из параметров движущегося объекта. Достоинство энергетического метода вычисления массы в том, что он хорошо работает с сильно зашумлёнными измерениями, содержащими систематические погрешности. Это объясняется тем, что в вычислениях используются измерения на интервале и приращения переменных. Основные теоретические положения

работы были реализованы при обработке записей бортовых регистраторов МСРП-64 (А.М. Шевченко, Г.Н. Начинкина).

- Исследуется возможность применения инструментальных средств для создания интеллектуальных информационно-управляющих комплексов летательных аппаратов. Предложена концепция ядра подобных средств, основными признаками которого являются: объединение процедурных и логических средств в рамках единой системы, высокое быстродействие на основе полной компиляции, универсальность используемого языка. Использование предложенного ядра как основы для разработки инструментальных средств создания интеллектуальных информационно-управляющих комплексов позволяет обеспечить работу создаваемых интеллектуальных систем в режиме реального времени, снизить и сделать более обоснованными требования к аппаратной части таких систем, уменьшить трудоёмкость процесса их создания и снять критичность с этапа перехода от исследовательских к полномасштабным разработкам, обеспечить возможность переноса на различные вычислительные платформы, в том числе бортовые (А.М. Чесноков, Д.А. Гольдин).
- Проводятся исследования, связанные с бортовыми измерениями различных физических полей – магнитного, гравитационного, теплового инфракрасного и др. Целью исследований является решение разного рода навигационных задач, задач управления, картировочных задач и задач геофизики. Исследования затрагивают многие аспекты, связанные с бортовыми измерениями: разработку алгоритмического и аппаратного обеспечения бортовых измерительных систем, определение навигационных параметров на основе информации различной природы, управление подвижным объектом в процессе измерений, решение прямых и обратных геофизических задач (Б.В. Павлов, к.т.н. А.К. Волковицкий, к.ф.-м.н. Е.В. Каршаков).
- Продолжается разработка концепции, принципов построения, методов и алгоритмов нового класса высоконадёжных интерактивных систем контроля и управления испытаниями движущихся объектов, обеспечивающих в условиях жёсткого временного лимита оперативную перестройку стратегии управления испытаниями по результатам текущего ситуационного анализа с участием человека-оператора на основе использования иерархически детализированных информационных моделей текущего состояния испытываемых объектов и технологии упреждающей критериальной адаптации для гарантированного сохранения условий управляемости и предотвращения возникновения нештатных режимов (к.т.н. В.В. Гучук).



**Заведующий  
лабораторией № 1  
Александр Петрович  
Курдюков**

Лаборатория участвует в выполнении российских и международных грантов и программ Российской академии наук, РФФИ, Минобр-

науки РФ, других ведомств и большого количества хоздоговоров (в частности, работает по нескольким грантам РФФИ совместно с лаб. № 7, 15, 24).

Сотрудники лаб. № 1 участвуют в работе редколлегии ряда научных журналов, научных и учёных советов нашего и других институтов РАН и вузов, а также программных и организационных комитетов международных конференций. Лаборатория участвует в организации и проведении ежегодного общероссийского семинара «Современные методы навигации и управления движением» совместно с Академией навигации и управления движением. Преподавательская деятельность сотрудников лаборатории (МФТИ, МГТУ им. Н.Э. Баумана) способствует притоку в лабораторию научной молодёжи.

Сотрудники лаборатории регулярно публикуются в ведущих отечественных журналах, принимают участие во всероссийских и международных конференциях. Ими опубликовано более 300 научных работ и более 25 монографий, в частности:

*Бугровский В.В., Вогау И.А., Гольдин Д.А. и др.* Интеллектуальные системы автономных аппаратов для космоса и океана и метод технико-биологических аналогий. М.: ИПУ РАН, 1997. 214 с.

*Курдюков А.П.* Построение оптимальных робастных регуляторов при действии внешних возмущений // Методы классической и современной теории автоматического управления: В 5 т.. Т. 5: Методы современной теории автоматического управления. М.: МГТУ им. Баумана, 2004.

*Кульба В.В., Микрин Е.А., Павлов Б.В., Платонов В.Н.* Теоретические основы проектирования информационно-управляющих систем космических аппаратов. М.: Наука, 2006. 579 с.

*Кустов А.Ю., Курдюков А.П., Начинкина Г.Н.* Стохастическая теория анизотропного робастного управления. М.: ИПУ РАН, 2012. 128 с.

*Курдюков А.П., Рутковский В.Ю.* Академик Борис Николаевич Петров. М.: Наука, 2013. 186 с.

# ЛАБОРАТОРИЯ № 2

## ГАЗОГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ



**Заведующий  
лабораторией № 2  
с 1958 по 1966 г.**

**Владимир Леонидович  
Лоссиевский**

Лаборатория создана по приказу директора Института автоматики и телемеханики АН СССР В.А. Трапезникова в 1952 г. как Лаборатория электроники. Возглавил её д.ф.-м.н., профессор Д.В. Зернов. В 1958 г. после перехода коллектива Лаборатории электроники в другой институт заведующим лаб. № 2 был назначен д.т.н., профессор Владимир Леонидович Лоссиевский. Сменилось и название, она стала Лабораторией исполнительных автоматических устройств.

В этот период выполнялись ответственные работы по автоматизации спецобъектов Минсредмаша, а также типового нефтяного промысла. Был создан оригинальный прибор для измерения дебита нефтяных скважин (И.С. Мезин). В 1958 г. были разработаны миллилитровый дозатор высокой точности и специальная система электропривода, на основе которых удалось создать крайне необходимый для химической промышленности автоматический регулирующий титратор (И.С. Мезин, М.М. Беляев).

В 1966 г. заведующим лаб. № 2 стал д.т.н. Игорь Севастьянович Мезин, и лаборатория возглавила научно-исследовательские работы в области струйной техники. К этому времени в лабораторию перешла группа специалистов по струйной технике из лаб. № 11, которая продолжила работы по созданию струйных систем управления на основе печатной технологии (Л.А. Залманзон, А.М. Касимов и др.). Была предложена серия аппаратов искусственного дыхания на струйных элементах (В.Г. Градецкий, В.Н. Дмитриев). Тогда же были созданы и переданы в промышленность основные концепции построения элементов и модулей струйной техники: СМСТ-2, «Волга», «АИСТ» (А.М. Касимов, Ю.В. Ванский, В.М. Ларионов и др.).

Под руководством И.С. Мезина был разработан универсальный струйный комплекс технических средств управления – УНИКУС (И.С. Мезин, М.М. Беляев, А.Н. Шубин, А.А. Хитрово), на основе которого построили обучаемую систему управления многопозиционным роботом, успешно работавшую с горизонтально-ковочной машиной и электронагревательной установкой в тяжёлых цеховых условиях.

И.С. Мезин стал инициатором работ по исследованию надёжности струйной техники (А.Н. Шубин), а также по разработке пневмоэлектрических и электроп-



**Заведующий  
лабораторией № 2  
с 1966 по 1982 г.**

**Игорь  
Севастьянович  
Мезин**

невматических преобразователей, в том числе портативных аналоговых пневмо-электрических преобразователей для визуализации и исследования динамики пневматических сигналов в пневматических цепях (М.М. Беляев, А.А. Хитрово, Б.И. Панкратов).

В 1982 г. заведующим лаб. № 2 был назначен к.т.н. А.Н. Шубин.

В 1983 г. лаборатория пополнилась группой специалистов лаб. № 11, в активе которой было создание промышленных пневматических средств автоматики. В 1959 г. этой группой под руководством заведующего лабораторией № 11 д.т.н. Алексея Алексеевича Талья была разработана Универсальная система элементов промышленной пневмоавтоматики (УСЭППА), ставшая основной элементной базой отечественного пневматического приборостроения и признанная лучшей в мире. На базе УСЭППА совместно с заводом «Тизприбор» стала серийно выпускаться система типовых приборов «СТАРТ», ставшая основой пневматической ветви ГСП. За создание и внедрение приборов «СТАРТ» и элементов УСЭППА в 1964 г. сотрудникам Института М.А. Айзерману, А.А. Талю, Т.К. Берендс, Т.К. Ефремовой, А.А. Тагаевской была присуждена Ленинская премия. Позже, в 1975–1977 гг., тем же коллективом сотрудников для управления циклическими процессами были разработаны агрегатно-модульные системы «ЦИКЛ» (совместно с заводом «Тизприбор») и «КОМПАС» (совместно с заводом «Пневмоаппарат»), причём в системе «ЦИКЛ» использовалась струйно-мембранная техника (А.М. Касимов, Т.К. Берендс и др.).



**Алексей Алексеевич  
Таль**



**Заведующий  
лабораторией № 2  
с 1982 по 2005 г.  
Анатолий  
Николаевич  
Шубин**

На основе разработанных в лаборатории пневмоэлектрических и электропневматических преобразователей в 1986 г. были созданы устройства связи с объектом (УСО) для построения комбинированных пневмоэлектронных систем управления (В.И. Чернышёв, М.Е. Лимонова).

В результате теоретических и экспериментальных исследований была обоснована целесообразность построения средствами струйной техники расходомеров газа и жидкости без подвижных частей. Совместно с ИАЭ им. И.В. Курчатова были созданы струйные расходомеры с частотным выходом для теплоносителя высоких параметров, успешно прошедшие ресурсные испытания на Ленинградской АЭС (А.М. Касимов, В.В. Ванский). Разработанные на

этом принципе струйные счётчики бытового газа в настоящее время выпускаются для ЖКХ.

В те же годы была разработана система управления (СУ) подвижной платформой с аэростатическими опорами на конвейере сборки самолётов (В.С. Безменов).

В 90-е гг. лаборатория посвятила ряд работ экологическим проблемам, в том числе были разработаны принципы построения систем автоматического регулирования параметров процесса очистки сточных вод гальванических производств на основе специализированных пневматических дозаторов химических реагентов (В.С. Безменов, А.А. Тагаевская). Система успешно прошла испытания на нескольких предприятиях.

С 2005 г. лабораторией руководит д.т.н. Асим Мустафаевич Касимов.

Лаборатория продолжает работы по совершенствованию струйных систем управления и разработке контрольно-измерительной техники для исследования статики и динамики пневматических устройств и цепей.

Среди них можно выделить:

- Новые методы измерения расходов с расширенными динамическими диапазонами, среди которых струйные, струйно-вихревые и компенсационные расходомеры. На базе компенсационных расходомеров ведутся перспективные исследования по измерению многокомпонентных двухфазных потоков (М.М. Беляев, А.М. Касимов, А.И. Попов, А.А. Хитрово).
- Разработку и серийный выпуск струйной автоматики для управления параметрами авиационных двигателей (27 регуляторов на 12 типах двигателей). Подтверждена высокая надёжность и большая экономическая эффективность таких систем. Нарботка на отказ струйной техники составила более 20 млн. ч. (А.М. Касимов, А.И. Попов).



**Заведующий лабораторией № 2  
Асим Мустафаевич Касимов**

- Работы по созданию пневматических систем автоматизированного дозирования (САД) жидких продуктов. Проведен анализ методов и технических средств автоматического дозирования жидкостей пневматическими методами. Разработан новый класс универсальных замкнутых САД с единым для процессов порционного и непрерывного дозирования выходным параметром – расходом жидкости на выходе (В.С. Безменов, Т.К. Ефремова, А.А. Тагаевская).
- Оригинальный пневмодинамический принцип автоматического контроля герметичности изделий из вязкоупругих материалов, основанный на измерении скорости повышения давления в контролируемом объёме изделия после выполнения определённой последовательности технологических операций цикла контроля (В.С. Безменов, А.А. Тагаевская).
- Исследования в рамках комплексной темы «Алгоритмическое, программное и аппаратное обеспечение СУ роботами» по методам роботизированного массажа поверхностей переменной кривизны физиологических объектов. Исследован компенси-

онный привод эффектора массажного робота, предложен и изучен новый струйный принцип локального массажа (А.А. Хитрово).

- Исследования по энергосберегающим технологиям природного газа и тепла в промышленности и коммунальном хозяйстве, которые обещают существенную экономию потребления природного газа. Выполнен анализ развития систем автоматики газовых теплогенераторов и проведены исследования характеристик радиаторных термостатов для газовых котлов мощностью до 100 кВт. На базе теоретических исследований предложен струйный тепловой тормоз, который позволяет управлять температурой в помещении, сократив при этом долю остаточной теплоотдачи до 15–20% (А.И. Попов).
- Исследования параметров текучей среды на основе дифференциальных осцилляторных методов – частотного и фазового.

Проводимые в настоящее время научные исследования основываются на фундаментальных результатах теоретической газогидродинамики, теории автоматического управления и теоретической механики. К исследовательским заделам относятся:

- методы расширения динамического диапазона измерения струйных, струйно-вихревых и компенсационных расходомеров текучих сред;
- радикальное повышение быстродействия струйных СУ;
- разрабатываемые способы измерения потоков многофазных жидкостей.



**Струйные элементы СУ  
авиационным двигателем**

Лаборатория располагает опытом создания и эксплуатации высоконадёжных струйных регуляторов для авиационных двигателей. Развиваются исследования по энергосберегающим технологиям, повышающим эффективность использования природного газа и тепла в системах отопления жилых и промышленных зданий.

К настоящему времени сотрудниками лаборатории опубликовано более 400 работ, в том числе 14 монографий.

С 1957 г. Институт регулярно проводил всесоюзные и международные совещания и конференции по пневмогидроавтоматике, и лаборатория наследует эту традицию. Последняя конференция состоялась в 2012 г. в составе Всероссийской конференции с международным участием «Управление, Измерение, Контроль – 12».

# ЛАБОРАТОРИЯ № 3 СИСТЕМ ЛОГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ



**Основатель  
и первый зав. лаб. № 3  
Михаил Александрович  
Гаврилов**

Основателем лаборатории был знаменитый МАГ, будущий член-корреспондент АН СССР, д.т.н., профессор Михаил Александрович Гаврилов, который был приглашён в созданную в 1934 г. Комиссию по автоматике, телемеханике и диспетчеризации. Лаборатория по релейной телемеханике (будущая лаб. № 3) входила в состав Комиссии, преобразованной в 1939 г. в Институт автоматки и телемеханики (ИАТ). Лабораторию в составе ИАТа возглавил М.А. Гаврилов.

В 1938–1946 гг. М.А. Гаврилов разработал теорию релейно-контактных схем (РКС), в которой впервые в мире предложил строгий математический подход к решению основных задач проектирования РКС: формализации условий работы, анализа и синтеза структур (книга «Теория релейно-контактных схем», 1950). За развитие этой теории в 1958 г. Президиум АН СССР присудил М.А. Гаврилову премию им. П.М. Яблочкова, в 1963 г. он избирается членом-корреспондентом АН СССР.

Под руководством М.А. Гаврилова была создана всесоюзная научная школа, охватывающая все республики и крупные города СССР, в рамках которой получили развитие на мировом уровне методы анализа и синтеза конечных автоматов, модели коллективного поведения автоматов, методы надёжного синтеза, теория схем с самоконтролем, теория однородных сред, методы проектирования распределённых систем логического управления, теория языков логического управления. С начала 60-х гг. было проведено более 30 школ по логическому управлению (впоследствии – школ им. М.А. Гаврилова).

Под научным руководством М.А. Гаврилова было защищено около 90 кандидатских и докторских диссертаций.

В разное время сотрудниками лаборатории были такие известные учёные, как И.В. Прангишвили, П.П. Пархоменко, А.А. Амбарцумян, О.П. Кузнецов.

После смерти Михаила Александровича в 1979 г. заведующим лабораторией стал его ученик доктор технических наук, профессор Александр Артёмович Амбарцумян.



**Александр Артёмович  
Амбарцумян  
руководил  
лабораторией № 3  
более 30 лет**

### **Основные научные и прикладные направления лаборатории (1980–1990)**

#### ***Исследование и разработка моделей и методов логического управления:***

- Теория структуризации конечных автоматов и логических алгоритмов с оценкой сложности структурирования (А.А. Амбарцумян).
- Методы синтеза отказобезопасных асинхронных логических устройств (А.И. Потехин) и, на их основе, разработка и изготовление на предприятиях МРП (г. Зеленоград) трёх БИС на базе БМК.
- Комплекс отказобезопасных средств программируемой автоматики (СПА-ПС) для построения низового уровня АСУ ТП. Основные технические идеи, заложенные в основу СПА-ПС, заключались в распределённости, специализации, отказобезопасности, отказоустойчивости. С 1997 г. СПА-ПС используются в проектах систем управления, важных для безопасности (объектов атомной и тепловой энергетики, газо- и нефтедобывающей, а также перерабатывающей промышленности).
- Концепция перспективной АСУ ТП АЭС на основе программируемых логических контроллеров.
- Новые принципы и методы создания АСУ с повышенной защитой от ошибок человека.

Эти исследования и разработки ведущих сотрудников лаборатории того периода: А.А. Амбарцумяна, А.И. Потехина, Б.А. Лаговиера и др. – составили научную базу проектирования АСУ атомных электростанций нового поколения с высокой степенью автоматизации, надёжности и качества управления технологическими процессами.

Результаты работ по АСУ ТП АЭС обобщены в 2 монографиях:

*Прангшвили И.В., Амбарцумян А.А.* Научные основы построения АСУ сложными энергетическими системами. М.: Наука, 1992.

*Прангшвили И.В., Амбарцумян А.А.* Основы построения АСУ сложными технологическими процессами. М.: Энергоатомиздат, 1994.

### **Основные научные и прикладные направления лаборатории (1990–2000)**

#### ***В лаборатории были разработаны и внедрены следующие АСУ ТП:***

- система управления элеватором в г. Бутурлиновка Воронежской области;
- информационная система слежения за качеством теплоносителя в ТЦП (температура, давление, расход и т.д.); пилотный проект этой системы был реализован на двух ЦТП в СВАО г. Москвы,
- технические проекты АСУ ТП-90, АСУ ТП-НП (нового поколения), АСУ ТП Бушер (совместно с АЭП Минатома);
- концепция построения систем управления технологическими процессами в нефтедобывающих предприятиях (ООО «Лукойл», ООО «ТНК»).

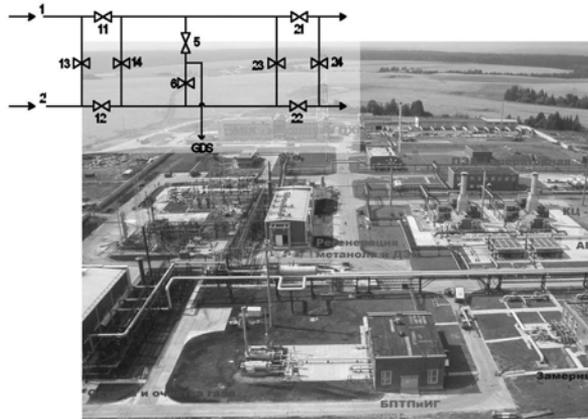


Дожимная насосная станция компании «ТНК»

**Основные научные и прикладные направления лаборатории (2000–2008)**

*Разработка теоретических основ дискретно-событийного моделирования объектов автоматизации и разработка на его основе методов проектирования систем управления технологическими процессами:*

- Новая концепция и методы управления информационными и материальными потоками на основе дискретно-событийных моделей объектов автоматизации, позволяющие перейти от управления с использованием традиционных жёстких алгоритмов (основная нынешняя практика) к управлению по моделям технологических процессов (ТП).
- Дискретно-событийные модели объектов управления и ТП (на примере нефтедобывающей отрасли), которые включают:
  - модели компонентов – агрегаты (затвора, насосы, ёмкости и т.д.);
  - модели процессов – технологически востребованных конфигураций (фрагментов технологической сети, установок, переделов и т.п.);
  - модели регламентов – активные технологические сценарии;
  - модели диалога с персоналом, позволяющие повысить эффек-



Линейный пункт перекачки газа ООО «Лентранасгаз» и его структурная схема

тивность управления и безопасность ведения процессов за счёт ограничения деятельности человека в контуре управления.

Основные научные результаты по дискретно-событийному моделированию опубликованы в ведущих зарубежных и российских журналах («АиТ», «Проблемы управления») и в 2 монографиях:

*Амбарцумян А.А., Потехин А.И.* Управление технологическими процессами поточного типа на основе событийного моделирования. М.: Гринвич, 2005.

*Амбарцумян А.А., Браништов С.А.* Событийные модели управления технологическими процессами, ориентированные на защиту от ошибочных действий персонала. М.: Гринвич, 2006.

По направлению *событийное моделирование технологических процессов* в лаборатории подготовлены и защищены 2 кандидатские диссертации: Д.Л. Казанским (2004), С.А. Браништовым (2008).

### **Основные научные и прикладные направления лаборатории (2008–2013)**

#### ***Исследования дискретно-событийного моделирования в рамках теории дискретно-событийных систем (ДСС):***

- Разработана и исследована новая модель ДСС – структурированные динамические ДСС – как теоретическая база проектирования супервизорного управления (А.А. Амбарцумян): определён состав модели, исследован вопрос существования супервизора, сформулированы основные этапы проектирования логического управления технической системой на основе предложенной модели анализа управляемости и метода синтеза супервизора.
- Развитие теории ДСС и методов синтеза супервизоров, что нашло продолжение в разработке методов *группового управления* автономными компонентами объектов управления. Идея группового управления заключается в создании двухуровневой системы управления с использованием на нижнем уровне дискретно-событийных моделей поведения каждого компонента, а групповое управление реализуется дискретно-событийной моделью управляющего компонента (супервизора), взаимодействующего с моделями нижнего уровня. Исследованы два типа группового управления: (1) заданы последовательности совместного выполнения операций автономными компонентами, (2) заданы ограничения на сочетание технологических операций, выполняемых различными компонентами объекта управления.

**В настоящее время** разрабатываются методы дискретно-событийного моделирования объектов управления, методы синтеза супервизоров и методы группового управления применительно к транспортным системам, направленные на цели повышения безопасности, пропускной способности. Разработаны дискретно-событийные модели основных элементов железной дороги: перегона с разъездом, сегмента (как части перегона), секции сегмента (блок-участка), стрелки, светофора, модели движения поездов. Модели этих элементов представлены в виде сетей Петри с ограничивающими дугами. Групповое управление моделями при моделировании параллельно-конвейерного движения поездов осуществляется специально раз-

работанными управляющими компонентами (супервизорами), обеспечивающими безопасность движения.



**И.о. зав. лаб. № 3  
Сергей Александрович  
Браништов**

С 2007 г. в составе лаборатории создана и работает молодёжная научная школа (МНШ), поддержанная грантом Института. После ухода из жизни А.А. Амбарцумяна один из участников МНШ кандидат технических наук Сергей Александрович Браништов назначен в 2012 г. исполняющим обязанности заведующего лабораторией.

В составе лаборатории – 3 кандидата технических наук и 2 аспиранта. Со дня образования лаборатории её сотрудниками опубликовано более 500 научных работ. Лаборатория постоянно участвует в работе российских и международных конференций (в том числе симпозиумов и конгрессов ИФАК). В 2003 г. лаборатория организовала и провела международную конференцию, посвящённую 100-летию со дня рождения М.А. Гаврилова.

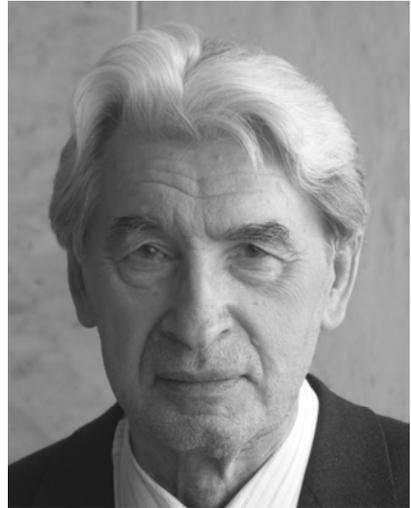
В 2008–2012 гг. лаборатория (при финансовой поддержке РФФИ и активном участии других лабораторий Института) организовала и провела три Всероссийские конференции с международным участием «Технические и программные средства систем управления, контроля и измерения» (УКИ-8, УКИ-10, УКИ-12).

# ЛАБОРАТОРИЯ № 5

## МЕТОДОВ АНАЛИЗА СВОЙСТВ СИСТЕМ СЛОЖНОЙ СТРУКТУРЫ

Лаборатория была создана в 1972 г. посредством слияния двух научных коллективов, успешно работавших над проектом комплексной автоматизации нового класса атомных подводных лодок (Проект 705). Один коллектив, которым руководил доктор технических наук, профессор Сергей Михайлович Доманицкий (1927–1971), работал над созданием методов анализа и обеспечения надёжности систем логического управления. Второй коллектив, в составе лаборатории № 49, занимался новыми для того времени задачами: разработкой методов анализа и выбора оптимальных уровней свойств систем сложной структуры на основе имитационного моделирования их функционирования. Руководитель этого коллектива Борис Григорьевич Волик и возглавил объединенную лаб. № 5.

В 1968 г. академик В.А. Трапезников назначил Бориса Григорьевича своим заместителем по научному руководству темами, связанными с работой Института над проблемой комплексной автоматизации корабельных объектов. В том же году открываются межотраслевые темы по созданию нового поколения систем управления атомными подводными лодками (АПЛ). Результатом этих работ стало обоснование идеи о том, что требования к управляющим системам должны формулироваться на базе моделирования и анализа перечня основных боевых действий АПЛ. Создание таких моделей, наряду с разработкой принципов и алгоритмов управления подсистемами и АПЛ в целом, стали основной темой работ Б.Г. Волика и его коллектива.



**Основатель  
и первый зав. лаб. № 5  
Борис Григорьевич Волик**

Под руководством проф. Б.Г. Волика сотрудниками лаб. № 5 защищено 7 кандидатских и одна докторская диссертация.

Работы лаборатории ведутся в двух направлениях.

**Первое направление** охватывает проблемы анализа надёжности, живучести, эффективности и техногенной безопасности систем сложной структуры. Эти проблемы объединяет общность методологии построения расчётных моделей и используемого математического аппарата, включая теорию вероятностей, алгебру логики, комбинаторный анализ, математическую статистику.

Получены следующие теоретические результаты:

- создан специальный метод расчета показателей надёжности и эффективности

- резервированных систем с восстановлением на основе аппарата марковских процессов с доходами;
- предложена процедура ускоренного статистического моделирования состояний работоспособности систем сложной структуры;
- разработан подход к расчёту показателей безотказности и производительности систем на монотонных и немонотонных логико-вероятностных моделях;
- создана модель двухпараметрических марковских процессов для исследования готовности и производительности многофазных технологических систем с накопителями;
- выполнено исследование нового класса вероятностных распределений и обобщение графо-аналитического метода оценки параметров распределений для наработок объектов до отказа;
- исследованы стратегии технического обслуживания и осуществлена оптимизация параметров стратегий по критерию минимума эксплуатационных затрат;
- разработан подход к моделированию и оценке показателей контролепригодности авиационной техники на основе методологии анализа видов и последствий отказов;
- исследованы и разработаны модели и методы надёжностного анализа систем сложной структуры с учётом характеристик контроля работоспособности и технического обслуживания элементов и системы в целом;
- разработан статистический и детерминированный подход к получению количественных оценок живучести технических систем, учитывающий внешние неблагоприятные воздействия и взаимное расположение элементов системы;
- получены важные результаты в области теории принятия решений, в частности, решена задача оценки, сравнения и выбора многокритериальных альтернатив;
- разработаны подход к агрегированию логико-вероятностных и марковских моделей надёжности и способ алгоритмизации агрегированной модели на основе диаграмм двоичных решений.

**Второе направление** работ лаборатории включает разработку методов и средств имитационного моделирования организационных систем сложной структуры. При создании моделей может учитываться взаимодействие систем, в том числе и в конфликтных ситуациях. В этом случае система моделирования дополняется игровыми моделями, определяющими потери и выигрыши сторон конфликта. Разработанные имитационные модели могут быть использованы для выработки алгоритмов наилучшего поведения, а также поиска сбалансированных значений показателей, определяющих свойства исследуемых систем. В наиболее сложных игровых моделях (например, модели двустороннего конфликта) при разыгрывании ситуаций конфликта решения принимает человек-оператор. В этих случаях система моделирования снабжается системой поддержки принятия решений (СППР), в которую включается имитационная модель ситуации. Имитационная модель позволяет оценить различные варианты решений и рассчитать показатели векторного критерия эффек-

тивности каждого из них, по которым ЛПР, пользуясь алгоритмами СППР, определяет вариант решения, наиболее полно отвечающего его предпочтениям.

Получены следующие теоретические результаты:

- разработана методология построения имитационных моделей функционирования боевых систем оперативно-тактического и оперативного назначения с использованием теории военной системологии;
- обоснована методика разделения имитационных моделей военных действий на модели с полной и неполной информацией в зависимости от целей моделирования (нанесение обстановки и выработки замысла командующего, развёртывание сил и прогнозирование обстановки, моделирование двухстороннего боя с участием двух обучаемых ЛПР и руководителя учения);
- разработана функциональная структура игровой имитационной системы;
- разработаны математические модели функционирования боевых систем на основе полумарковских процессов (ПМП) с дискретным и непрерывным временем;
- разработана структура системы поддержки принятия решений;
- разработана модель оценки боевых потерь противоборствующих сторон на основе аппарата ПМП для ситуаций развёртывания сил и нанесения ударов;
- разработана модель оценки боевых потерь противоборствующих сторон при длительном вооружённом конфликте на основе уравнений Ланчестера, в которых учтено непрерывное пополнение резервов;
- исследована концепция сетцентрической войны и выявлены факторы динамики потерь сторон;
- предложен новый подход к определению элементов движения цели (ЭДЦ) при прямолинейном и равномерном движении наблюдателя;
- разработан алгоритм определения манёвра цели, включающий в себя алгоритм ЭДЦ.

За время своего существования лаборатория вела ряд прикладных работ, качество выполнения которых неизменно высоко оценивалось заказчиками:

Под руководством к.т.н. Б.Б. Буянова выполнен анализ вариантов навигационно-пилотажного комплекса самолёта Ил-62м для получения международного сертификата на полёты над Северной Атлантикой (70-е гг.) и проведены исследования надёжности систем числового программного управления станками. Им предложен принцип сравнения проектных решений по векторным оценкам в многокритериальных задачах принятия решений, разработаны алгоритмы выделения предпочтительных вариантов с учётом информации о предпочтениях ЛПР.



**Борис  
Борисович  
Буянов**



**Николай  
Васильевич  
Лубков**

Начиная с 80-х гг. работы лаборатории по проектному анализу надёжности судовых энергетических установок, систем жизнеобеспечения атомных подводных лодок, подсистем АСУ ТП АЭС возглавлял к.т.н. Н.В. Лубков. В комплексной теме по разработке автоматизированных систем управления городским хозяйством он отвечал за направление, связанное с оценкой технического состояния объектов энергоснабжения.

В 90-х гг. в лаборатории проводились исследования и разработки моделей надёжности бортовых отказо-сбоеустойчивых вычислительных комплексов, проектируемых в НИИ НЦ (г. Зеленоград). В 2000-х гг. лаборатория участвовала в российско-американском проекте по RAM анализу объектов уничтожения химического оружия. Руководил этими работами А.С. Степанянц.



**Армен  
Суренович  
Степанянц**

С середины первого десятилетия XXI в. в лаборатории под руководством к.т.н. А.В. Антонова ведутся разработки:



**Александр  
Владимирович  
Антонов**

- по испытаниям и верификации программного обеспечения для АСУ (блочного и станционного уровней управления) АЭС «Бушер» и «Куданкулам»;
- по подготовке к сертификации по требованиям безопасности комплекса технико-программных средств повышенной надёжности (КТПС ПН) для АЭС;
- по алгоритмизации управления движением сложных технических объектов (СТО) при выполнении ими основной работы, а также программных средств для обработки измерений параметров движения и восстановления сил и моментов;
- сверхбольших баз данных, включённых в состав специализированного комплекса для контроля и управления параметрами рабочих процессов для предотвращения аварийных ситуаций при проведении испытаний установок космических аппаратов.

С 2006 г. сотрудники лаборатории развивают новое научное направление – исследование контролепригодности авиационных систем – и вовлечены в крупномасштабные проекты ведущих авиастроительных организаций страны – ЗАО «ГСС», корпорации «ИРКУТ», ФГУП «ГосНИИАС». Лаборатория выполняет следующие хозяйственные работы: «Разработка моделей, методов, алгоритмического обеспечения автоматизированного анализа контролепригодности самолётов семейства МС-21», «Исследование моделей контролепригодности и технического обслуживания бортового авиационного оборудования и влияния указанных факторов на показатели надёжности».



**Заведующая  
лабораторией № 5  
Валентина Сергеевна  
Викторова**

Проектами по анализу и автоматизации контролепригодности авиационных систем руководит д.т.н. Валентина Сергеевна Викторова. С июля 2013 г. она стала руководителем лаб. № 5.



**Григорий  
Львович  
Поляк**

С начала XXI в. под руководством к.т.н. Г.Л. Поляка осуществлялось внедрение теоретических результатов, полученных в рамках второго направления:

- выполнена работа «Компьютерные имитационные системы как инструментарий для выработки научно-технической политики в условиях военной реформы», вошедшая в перечень важнейших результатов РАН в интересах обороны и безопасности страны;
- разработаны программы демонстрационных образцов двух морских операций в Северной Атлантике и Каспийском море, на базе которых создан программный комплекс фрагмента имитационной системы, внедрённый в учебный процесс Военной академии Генерального штаба.

Исследования в рамках второго направления базировались на работах физика-акустика А.И. Украинской (1937–1998) по моделированию распространения звуковых сигналов в морской среде и шумовых полей.

В работах первого и второго направлений, практически с начала основания лаборатории, принимает активное участие О.М. Лубкова, внёсшая большой вклад в программирование математических моделей распространения сигналов.

Теоретические наработки лаборатории находят практическое применение, так как доводятся до программной реализации, включая программирование разработанных алгоритмов и организацию баз данных.

Сотрудники лаборатории являются признанными специалистами в области анализа свойств систем сложной структуры, ведут обширную преподавательскую и консультационную деятельность, поддерживают международные связи.

Работы лаборатории представлены журнальными статьями, авторскими свидетельствами, монографиями, основными из которых являются «Методы анализа и синтеза структур управляющих систем» (М.: Энергоатомиздат, 1988); «Модели и методы расчёта надёжности технических систем» (М.: URSS, 2014). Многие работы выполнялись по решениям Правительства, отмечены дипломами как лучшие работы Института и правительственными наградами.

# ЛАБОРАТОРИЯ № 6

## ПРОБЛЕМ КАЧЕСТВЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

### им. А.Г. Бутковского



**Заведующий  
лабораторией № 6  
Алексей Гурьевич Кушнер**

Лаборатория была основана в 1961 г. и входила в состав отдела, возглавляемого академиком Б.Н. Петровым. На протяжении первых 26 лет лабораторией руководил доктор технических наук, профессор Георгий Михайлович Уланов. После его кончины заведующим лабораторией стал доктор технических наук Виктор Павлович Жуков. С 2010 г. лабораторией заведует доктор физико-математических наук Алексей Гурьевич Кушнер.

Первые годы работы лаборатории были отданы исследованию проблем автоматического регулирования энергетических установок и маршевых ракетных двигателей, работающих с использованием ядерной энергии, а также автоматического регулирования систем жизнеобеспечения космонавтов в отсеках МКС и опти-

мального управления космическим кораблём с учётом неточностей реализации управления, повышения точности приземления космического аппарата, оптимального (по расходу топлива) управления системой ориентации космического аппарата.

Эти работы проводились в соответствии с Постановлениями Правительства и по договорам с ведущими конструкторскими бюро. В частности, лаборатория участвовала в создании ряда эскизных проектов новых образцов отечественной техники и внесла значительный вклад в достижения отечественной космонавтики и оборонной техники.

Исторически одним из первых направлений фундаментальных исследований лаборатории в области теории управления явилась теория инвариантности, интенсивно разрабатывавшаяся в нашей стране в 50–60-е гг. прошлого века. Обобщением этой теории стала теория синтеза систем управления, обладающих заданными свойствами. Составной частью данной исследовательской работы был анализ идей Г.В. Щипанова по построению абсолютно инвариантных систем управления. Анализ показал принципиальную возможность создания инвариантных систем любой степени точности и указал условия достижения заданной точности.

В те же годы под руководством академика Б.Н. Петрова разрабатывались основы информационной теории управления, и в частности изучались вопросы пропускной способности информационно-измерительных систем и предельные возможности подобных систем.

В 70–90-х гг. XX века в лаборатории разрабатывались полевые методы исследования качественных свойств нелинейных динамических систем: асимптотической устойчивости, неустойчивости, существования инвариантных множеств, а также вопросы причинности, устойчивости и грубости систем управления распределёнными объектами.

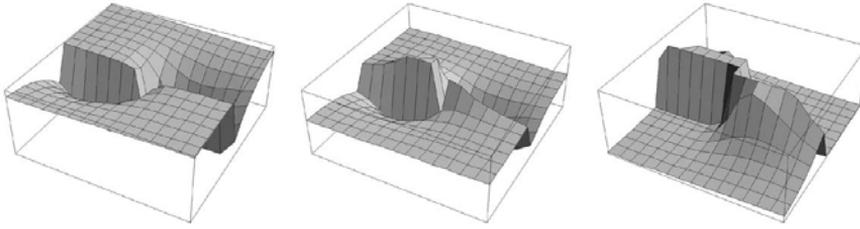
Основное научное направление лаборатории сегодня – разработка дифференциально-геометрических методов исследования нелинейных систем с управлением, в частности, методов управления сингулярными режимами в распределённых системах. Такие системы описываются дифференциальными уравнениями в частных производных, как правило, нелинейными. Под сингулярными решениями дифференциальных уравнений понимают либо разрывные решения типа ударных волн, либо непрерывные решения, у которых разрывны частные производные (так называемые контактные ударные волны или слабые разрывы). Математический аппарат классической теории плохо приспособлен для построения сингулярных решений. Теория обобщённых функций, традиционно используемая при анализе разрывных решений, может быть применена лишь к линейным уравнениям.

Альтернативой аппарату обобщённых функций является теория особенностей, основанная на геометрической теории многозначных решений и развитая в работах московской школы в 70–80-х гг. XX века. Первые результаты, полученные этой школой, представлены в работах А.М. Виноградова, И.С. Красильщика и В.В. Лычагина<sup>1</sup>. Описание современного состояния теории можно найти в монографии А.Г. Кушнера, В.В. Лычагина, В.Н. Рубцова<sup>2</sup>. С геометрической точки зрения многозначное решение является подмногообразием в пространстве джетов. В случае линейных уравнений всякому многозначному решению можно сопоставить обобщённое (в смысле Соболева) решение. Таким образом, многозначные решения представляют собой естественное распространение теории обобщённых решений на нелинейные уравнения.

В отличие от классических, многозначные решения могут не представляться как графики функций. Их проекции на пространство независимых переменных могут иметь геометрические особенности – каустики. Отметим, что реальный разрыв решения происходит не в точках каустики – за появление разрыва отвечают условия Гюгонио–Ренкина, которые записываются исходя из законов сохранения и в линейном случае представляют собой уравнения Гамильтона–Якоби, решения которых и определяют поверхность разрыва, что позволяет применить методы гамильтоновой механики для нахождения фронтов ударных волн. Эти идеи нашли воплощение в работах по проблемам управления фокусировкой нелинейных звуковых пучков.

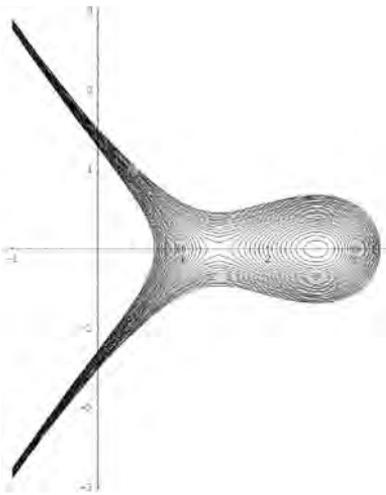
<sup>1</sup> Виноградов А.М., Красильщик И.С., Лычагин В.В. Введение в геометрию нелинейных дифференциальных уравнений. М.: Наука, 1986. 336 с.

<sup>2</sup> Kushner A.G., Lychagin V.V., Rubtsov V.N. Contact geometry and nonlinear differential equations. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. xxii+496 p. (Encyclopedia Math. Its Appl.; 101 p.).



**Эволюция ударной волны для околозвукового течения газа  
(разрывное решение уравнения Кармана)**

Другой подход к построению сингулярных решений эволюционных уравнений, развиваемый в лаборатории, основан на конечномерных динамиках. Теория конечномерных динамик эволюционных уравнений в частных производных является естественным развитием теории динамических систем<sup>3</sup>. Суть её состоит в следующем. Эволюционное уравнение можно рассматривать как «динамику» на



**Конечномерная динамика  
уравнения Кортевега–де Фриза**

функциональном пространстве. Её конечномерные «поддинамики» порождают поток на решениях некоторого обыкновенного дифференциального уравнения. Для таких уравнений эволюционное уравнение является симметрией. Таким образом, задача нахождения конечномерных динамик эволюционного уравнения сводится к отысканию обыкновенного дифференциального уравнения, для которого само эволюционное уравнение является симметрией. Знание таких динамик позволяет выделять конечномерные подпространства в бесконечномерном пространстве решений эволюционных уравнений. Эти идеи были применены к уравнению Кортевега–де Фриза и некоторым другим нелинейным уравнениям математической физики. Построенные решения эволюционных уравнений применяются для создания новых численных методов.

Идеи геометрической теории дифференциальных уравнений и алгебраической топологии (аппарат спектральных последовательностей) приводят к новой методологии построения сингулярных решений дифференциальных уравнений. Этот подход применяется для управления ударными волнами в нелинейных эволюционных системах.

Проблема управления сингулярными режимами весьма актуальна, так как оптимальные режимы работы, как правило, являются особыми. Сингулярности возникают, например, в задачах механики сплошных сред. В частности, при моделировании процессов добычи нефти и газа методом вытеснения активными реагентами возникают трудности, связанные с расчётом фронта вытеснения. Это обусловлено тем, что соответствующие решения модельных дифференциальных уравнений имеют разрывы, то есть такие фронты распространяются подобно ударной волне. Наличие разрывных решений создаёт известные трудности при построении разностных схем:

<sup>3</sup> *Lychagin V., Lychagina O.* Finite dimensional dynamics for evolutionary equations // *Nonlinear Dyn.* 2007. Vol. 48. P. 29–48.

требуется измельчение шага сетки при приближении к поверхности разрыва, положение которой к тому же неизвестно, что не обеспечивает требуемую точность вычислений. В результате получаются грубые алгоритмы.

В лаб. № 6 совместно с лаб. № 19 ведутся работы по созданию комплекса компьютерных программ для оптимального управления фронтом вытеснения нефти. Эти работы поддержаны грантами РФФИ и Президиума РАН.

Идеи геометрической теории дифференциальных уравнений и теории пространств джетов позволили по-новому взглянуть и на вопросы управляемости. Системы дифференциальных уравнений с управляющими параметрами представляют собой недоопределённые системы уравнений. Это приводит к необходимости исследования законов сохранения таких систем. Для их изучения в лаборатории разработан новый мощный аппарат дифференциальных сизигий<sup>4</sup>.

Также ведутся работы по классификации систем с управляющими параметрами относительно преобразований обратной связи, которые применяются в теории управления и являются аналогами преобразований Ли классической теории дифференциальных уравнений. В частности, недавно решена задача классификации общих управляемых гамильтоновых систем относительно псевдогруппы Ли преобразований обратной связи и установлена связь полученных дифференциальных инвариантов с принципом инвариантности Б.Н. Петрова<sup>5</sup>.

В 2012 г. к лаб. № 6 была присоединена лаб. № 63 теории и принципов управления системами с распределёнными параметрами. Её руководителем с момента образования в 1975 г. до 2011 г. был доктор технических наук, профессор Анатолий Григорьевич Бутковский (1934–2011), учёный с мировым именем, первооткрыватель и основоположник нового направления в науке управления – теории управления системами с распределёнными параметрами (СРП).

В лаб. № 63 были разработаны принципы оптимального и финитного управления СРП, в частности, принцип максимума для систем управления, описываемых интегральными уравнениями, методы построения оптимальных управлений для СРП. Была сформулирована проблема подвижного управления и исследованы вопросы управления системами, которые описываются уравнениями с дробными производными.

Теоретические результаты, полученные в лаб. № 63, использованы для решения серии практических задач управления в теплотехнике, металлургии, химической технологии, других отраслях и внедрены в промышленность. В частности, в лаборатории проводились работы по: проектированию комплекса «нагревательные печи – стан»; разработке алгоритмов оптимального управления полем радиальных термонапряжений и термоперемещений поверхности валков прокатных станов; разработке имитационных моделей технологических комплексов «СТАЛЬ-ПРОКАТ». В лаб. № 63 были выполнены пионерские работы по проблеме

<sup>4</sup> *Lychagin V.* On compatibility of systems of PDEs // Acta Academiae Aboensis. Ser. B. Mathematica et physica. 2008. Vol. 2. P. 87–95.

<sup>5</sup> *Кушнер А.Г., Лычагин В.В.* Инварианты Петрова гамильтоновых систем с управляющим параметром // Автоматика и телемеханика. 2013. № 3. С. 83–102.



**Анатолий Григорьевич  
Бутковский**

управления квантовыми физическими объектами – сегодня это называют нанотехнологиями.

В 2012 г. лаб. № 6 было присвоено имя А.Г. Бутковского.

Более 40% сотрудников лаборатории ещё не достигли 30-летнего возраста. Большинство из них – выпускники механико-математического и физического факультетов МГУ им. М.В. Ломоносова.

Начиная с 2005 г. лаборатория проводит международные научные конференции и молодёжные школы, среди них ежегодная конференция «Геометрические методы в теории управления и математической физике», в которой традиционно принимают участие студенты и аспиранты МГУ и ИПУ, а также учащиеся математического лицея «Вторая школа».

С лицеем у лаборатории давние дружеские и профессиональные отношения: бывший сотрудник лаб. № 6 к.ф.-м.н. К.В. Козеренко заведует кафедрой математики этого лицея, а его бывшие «лицеисты» П.В. Бибиков, П.Д. Купцов и А.С. Чуричев – сегодня сотрудники лаборатории. Павел Витальевич Бибиков является лауреатом международной премии 2012 г. *Agilent Teacher Award on Society for Science and the Public* за лучшую организацию научной работы со школьниками.

Лаборатория активно сотрудничает с физическим факультетом МГУ им. М.В. Ломоносова, профессором которого является заведующий лабораторией А.Г. Кушнер, а также с математическими факультетами университетов Норвегии, Франции, Чехии, Польши, США, Колумбии и Италии.

# ЛАБОРАТОРИЯ № 7 АДАПТИВНЫХ И РОБАСТНЫХ СИСТЕМ им. Я.З. Цыпкина

Лаборатория создана в 1956 г. Её заведующим, с основания до кончины в 1997 г., был академик Яков Залманович Цыпкин. Ныне лаборатория носит имя и продолжает традиции своего основателя, а отчасти и тематику. Основное внимание уделяется фундаментальным проблемам теории автоматического управления, лаборатория является одним из основных теоретических подразделений Института.

Первоначально тематика исследований была связана с импульсными, релейными и дискретными системами. Академик Я.З. Цыпкин был инициатором подобных работ в стране и внёс огромный вклад в их разработку. Его монографии «Переходные и установившиеся процессы в импульсных цепях» (1951), «Теория релейных систем автоматического регулирования» (1955), «Теория импульсных систем» (1958), «Теория линейных импульсных систем» (1963) сыграли огромную роль в развитии и становлении этих разделов теории управления в нашей стране и в мире. Они неоднократно получали высокую оценку, в том числе официальную: Ленинская премия (1960), ряд международных научных наград.

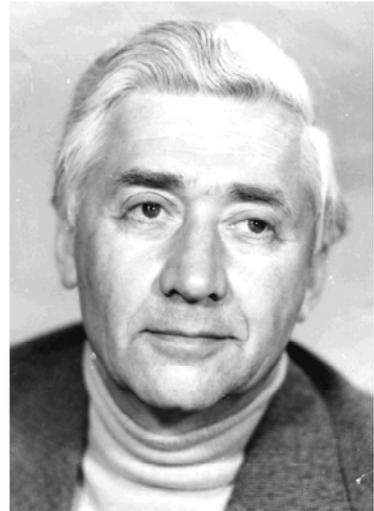
К середине 1960-х гг. центр интересов лаборатории смещается в сторону проблем адаптации, обучения, распознавания, оценивания, стохастической оптимизации. В книгах Я.З. Цыпкина «Адаптация и обучение в автоматических системах» (1968) и «Основы теории обучающихся систем» (1970) был предложен единый подход к анализу таких систем, основанный на технике стохастической аппроксимации.



**Борис Теодорович  
Поляк**

Наконец, в начале 1990-х гг. большое внимание стало уделяться робастному управлению, то есть управлению в условиях неопределённости. В частности, был разработан годограф Цыпкина–Поляка – простой и удобный графический критерий робастной устойчивости.

В лаборатории был подготовлен ряд специалистов, позднее основавших собственные научные центры. академики Н.А. Кузнецов, Б.Н. Наумов, И.М. Макаров, член-корреспондент РАН Ю.С. Попков, доктора наук М.А. Красносельский, Н.А. Бобылев, В.Н. Новосельцев, А.М. Петровский, А.С. Позняк, А.И. Пропой,



**Основатель  
и первый зав. лаб. № 7  
Яков Залманович Цыпкин**

Э.Д. Аведьян и многие другие. В лаборатории проходили стажировку известные зарубежные ученые Л. Льюнг (Швеция) и П. Кокотович (США).

В настоящее время в лаборатории работают 17 человек, не считая аспирантов. Это доктора наук М.В. Хлебников (заведующий лабораторией), Б.Т. Поляк (руководивший лабораторией с 1998 по 2013 г.), А.Г. Александров, А.В. Назин, В.Н. Честнов, П.С. Щербаков; кандидаты наук О.О. Васильев, Е.Н. Грязина, Я.И. Квинто, С.Э. Парсегов, А.Е. Поляков, А.А. Тремба; младшие научные сотрудники И.Г. Резков, Е.А. Стефанюк, Д.В. Шатов; математик М.Н. Деменков, инженер Т.И. Шмидт.



В коллективе ведутся исследования по нескольким направлениям, среди которых можно выделить:

- Развитие теории линейных систем автоматического управления. В центре внимания находятся такие трудные и актуальные задачи, как синтез регуляторов заданной структуры (в частности, регуляторов низкого порядка), синтез статических регуляторов по выходу, проблема одновременной стабилизации, задачи управления при постоянно действующих возмущениях. Сотрудниками лаборатории разработан ряд эффективных подходов к их решению. Один из них основан на понятии сверхустойчивости (достаточное условие устойчивости, формулируемое в терминах линейных условий на элементы системной матрицы), на основе которого можно получать решения упомянутых трудных задач с помощью линейного программирования. Отметим также вероятностный подход к решению этих детерминированных задач. Вообще рандомизированные алгоритмы оказались весьма эффективными для решения разнообразных задач управления и оптимизации.

- Программа «робастизации» теории управления, восходящая к Я.З. Цыпкину. В классической теории обычно предполагается, что модель системы известна или оценивается в процессе идентификации. Между тем в реальных задачах характеристики объекта содержат неизбежные неточности. Робастная теория, вызывающая огромный интерес исследователей во всём мире, предлагает методы учёта подобных неопределённостей. Если в первые годы работы в центре внимания находились проблемы анализа (робастная устойчивость), то теперь они сменились более важными проблемами синтеза (робастное управление). Для решения трудных задач робастного управления оказались полезными упомянутые выше методы – и сверхустойчивость, и вероятностный подход. Удобным аппаратом решения современных задач анализа и синтеза робастных систем стала классическая теория D-разбиения, развитая на новом уровне в работах сотрудников лаборатории.
- Исследование систем управления, подверженных воздействию произвольных ограниченных внешних возмущений и системных неопределённостей. На основе эллипсоидального описания и техники линейных матричных неравенств разработаны эффективные методы подавления внешних возмущений. Предложены алгоритмы синтеза регуляторов (с помощью обратной связи по состоянию или выходу); разработана техника фильтрации внешних возмущений.
- Традиционная для лаборатории тематика адаптивного управления стохастическими системами продолжает развиваться в двух направлениях: в рамках информационного подхода устанавливаются предельно возможные скорости сходимости стохастических алгоритмов; развивается частотная теория адаптивного управления, основанная на идентификации системы с помощью гармонических воздействий и построении регуляторов с использованием теории оптимального управления.



**Зав. лаб. № 7  
Михаил  
Владимирович  
Хлебников**

Помимо теоретических исследований в лаборатории под руководством А.Г. Александрова ведутся и прикладные работы. В 2001 г. им получены два патента РФ: «Самонастраивающийся ПИД-регулятор» и «Частотная адаптивная система управления».

Сотрудники лаборатории регулярно публикуются в ведущих отечественных и зарубежных журналах. За последние несколько лет опубликовано более 50 статей в рецензируемых журналах, сделано более 50 докладов на авторитетных российских и международных конференциях.

Среди публикаций последних лет следует отметить книгу «Яков Залманович Цыпкин (1919–1997)» (отв. ред. *Б.Т. Поляк*. М.: ЛКИ, 2007), посвящённую основателю лаборатории и рассказывающую о пути и достижениях лаборатории.

В монографии: *Поляк Б.Т., Хлебников М.В., Щербаков П.С.* Управление линейными системами при неопределённостях и внешних возмущениях: техника линейных матричных неравенств. – М.: УРСС, 2014 – изложен ряд результатов по недостаточно освещённому (прежде всего, в отечественной литературе) вопросу приме-

нения линейных матричных неравенств и техники инвариантных эллипсоидов к управлению линейными системами в присутствии внешних возмущений и системных неопределённостей.

Лаборатория сотрудничает с рядом ведущих мировых научных центров: *University of Wisconsin–Madison* (США), *Technion* (Израиль), *Linköping University u Kungliga Tekniska högskolan* (Швеция), *Politecnico di Torino* (Италия), *INRIA* (Франция), *CINVESTAV* (Мексика), *Melbourne University* (Австралия) и др.

В последние годы лаборатория участвовала в ряде международных проектов, таких как:

- программа сотрудничества между Российской академией наук и Национальным советом исследований Италии, проект «Методы оценивания и идентификации сигналов в интеллектуальных беспроводных сетях» (2011–2013);
- программа сотрудничества между Российской академией наук и Национальным советом исследований Италии, проект «Новые методы типа Монте-Карло в управлении с применением в информационных технологиях» (2008–2010);
- совместный российско-французский проект РФФИ-НЦНИ\_a (PICS) 07-01-92166-НЦНИ\_a «Робастное и адаптивное управление сложными системами» (2007–2010);
- совместные российско-украинские проекты РФФИ (2008–2009, 2010–2011) и др.

В настоящее время лаборатория имеет три гранта РФФИ, участвует в Программах фундаментальных исследований ОЭМППУ и Президиума РАН.

Сотрудники лаборатории неоднократно удостоивались различных премий и наград. Б.Т. Поляк, М.В. Хлебников, А.Г. Александров, А.В. Назин, П.С. Щербаков – лауреаты премий ИПУ РАН им. А.А. Фельдбаума, А.М. Лётова, Я.З. Цыпкина, Б.Н. Петрова, В.С. Кулебакина. Б.Т. Поляк – обладатель премии им. А.А. Андропова Российской академии наук (1994), он первым в нашей стране получил почётное звание *IFAC Fellow* (2006), а ещё через 6 лет награждён «Золотой медалью Европейской ассоциации по исследованию операций» (*EURO Gold Medal*, 2012).

Лаборатория широко представлена в ряде редколлежий отечественных и зарубежных журналов: «Автоматика и телемеханика», «Управление большими системами», «Проблемы управления», *Journal of Optimization Theory and Applications*, *Numerical Functional Analysis and Optimization*, *Computational Optimization and Applications*, *Control and Cybernetics*, *Applied and Computational Mathematics*. Её сотрудники входят в состав учёных и диссертационных советов (при ИПУ РАН, ИСА РАН, ИППИ РАН); программных комитетов международных и российских научных конференций.

Сотрудники лаборатории ведут активную преподавательскую деятельность в МФТИ (М.В. Хлебников, П.С. Щербаков), НИУ ВШЭ (А.В. Назин), ЭПИ МИСиС (В.Н. Честнов), школе Яндекса (Б.Т. Поляк, Е.Н. Грязина). С 2007 г. в лаборатории действует молодёжная научная школа под руководством Б.Т. Поляка.

В последние годы трое сотрудников лаборатории защитили кандидатские диссертации: Е.Н. Грязина (2007), А.А. Тремба (2008), С.Э. Парсегов (2013), а М.В. Хлебников – докторскую (2010).

Усилиями сотрудников лаборатории проведены пять Традиционных всероссийских молодёжных летних школ «Управление, информация и оптимизация» (2009–2013).

# ЛАБОРАТОРИЯ № 8

## ТЕРМИНАЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

### им. Ю.П. Портнова-Соколова

Прологом к возникновению лаборатории можно считать события 1950 г., когда по инициативе С.П. Королёва и В.П. Глушко Институт автоматики и телемеханики АН СССР привлекли к работам по созданию первой отечественной межконтинентальной баллистической ракеты, ставшей впоследствии родоначальницей семейства космических ракет-носителей «Спутник», «Восток», «Союз» и «Молния». Институту было поручено решение двух принципиально новых проблем: изыскания принципов построения автоматической системы регулирования опорожнения баков (СОБ) многоблочной ракеты и исследования жидкостного ракетного двигателя (ЖРД) как объекта регулирования в составе СОБ.



**Основатель и первый зав. лаб. № 8  
Юрий Петрович Портнов-Соколов**

Поставленные задачи были успешно решены группой сотрудников Института под руководством Б.Н. Петрова (тогда члена-корреспондента АН СССР, избран в 1953 г.). При этом, в частности, были выполнены приоритетные разработки математической модели ЖРД и методики исследования его динамики и управляемости (Ю.П. Портнов-Соколов)

Участие сотрудников будущей лаб. № 8 (В.Н. Марков и А.Н. Чацкий) в подготовке и проведении пуска Р-7 в октябре 1957 г. при выведении на орбиту первого в мире спутника ПС-1 было отмечено вручением Институту памятной медали.

Лаборатория № 8 образована в ноябре 1959 г. в отделе, руководимом Б.Н. Петровым.

В прикладном плане новая лаборатория была ориентирована на совершенствование характеристик объектов ракетно-космической техники (РКТ), а в теоретическом – на создание и развитие теории терминальных систем управления.

В начале 80-х гг. Б.Н. Петровым, Ю.П. Портновым-Соколовым, А.Я. Андриенко, В.П. Ивановым была опубликована монография «Бортовые терминальные системы управления. Принципы построения и элементы теории».

Завершилась разработка общей концепции совершенствования энергетических характеристик жидкостных РН средствами управления (Ю.П. Портнов-Соколов, А.Я. Андриенко, В.П. Иванов), при реализации которой было сформировано обширное семейство систем управления ракетной техникой, позволяющих обеспечить повышение грузоподъёмности РН на 10–15%.

Большая часть этих систем была реализована (с участием В.А. Жукова, А.С. Поддубного, В.К. Завадского, А.А. Муранова, А.И. Чадаева и др.) в практических разработках РКТ при создании РН «Энергия», «Зенит-2S», «Зенит-3SL» (для международной программы «Морской старт») и «Протон-М», «Союз-ФГ», «Союз-2», а также в баллистических ракетах-носителях, позволивших создать ракетно-ядерный щит – основу обороноспособности СССР и современной России.

Были продолжены исследования в области динамики и управляемости ЖРД (В.Я. Волков, Ю.М. Гладков).

В 90-е гг. решена задача нелинейного оценивания координат состояния орбитального космического аппарата по совокупности измерений в моменты связи с навигационными системами *Navstar* и «Глонасс».

В конверсионном плане выполнен ряд работ в области построения высоконадежных диагностических медицинских приборов (система ИВЛ, пульсоксиметры, доплеровские приборы для исследования кровотока головного мозга).

На рубеже столетий был выполнен (под руководством Ю.П. Портнова-Соколова, А.Я. Андриенко, В.П. Иванова) цикл научных работ для обеспечения безопасности РКТ средствами управления. Работы данного цикла исходят из приоритета критерия безопасности на всех этапах жизненного цикла объектов РКТ и необходимости использования здесь всех видов управления (традиционного управления в бортовых системах, управления проектно-техническими решениями, эксплуатационно-технического управления и др.).

Были сформулированы принципы выбора проектного облика по критерию безопасности.

Применительно к бортовым системам развита теория отказоустойчивого терминального управления. Сформулирован принципиально новый подход к синтезу, заключающийся в том, что состояние системы с частичным отказом рассматривается как одно из допустимых её состояний, которое должно учитываться при выборе алгоритма управления (А.Я. Андриенко, В.П. Иванов, Ю.П. Портнов-Соколов). В идеологию построения алгоритма управления закладывается способность к реконфигурации на основе собственных средств диагностики и сохранения приемлемого качества при появлении отказов.

Потребность декомпозиции задачи управления сложными объектами РКТ, которая имела место на ранних этапах развития, на современном этапе сменяется тенденцией к интеграции бортовых систем. Она диктуется возросшими требованиями к управлению и новыми возможностями бортовых вычислительных средств. Интеграция бортовых систем позволяет использовать дополнительные резервы для повышения эффективности управления в штатных и нештатных режимах полёта. Массо-теплообменные процессы, протекающие в баках и магистралях ЖРД при выработке компонентов топлива и поступлении газа наддува, можно объединить и определить как внутриваковок процессы. Управление этими процессами должно обеспечивать устойчивый режим выделения энергии большой мощности в ЖРД и создания тяги, безаварийный останов и повторный запуск двигателя. Управление внутриваковок процессами может обеспечить также полную выработку топлива и минимальные затраты газа наддува. Задача полной выработки топлива решается совместно с терминальным выведением ракеты на заданную околоземную орбиту. Таким образом, совершенствуя управление внутриваковок процессами, можно

наиболее эффективно воздействовать на энергетические и надёжностные характеристики средств выведения.

Сформулированная проблема охватывает задачи управления, наиболее критичные для безопасности объекта, и выделяет новое, актуальное направление в области управления перспективными ракетными средствами выведения. Новая постановка задачи управления актуальна для решения проблемы создания ракетных средств гарантированного выведения.



**Анатолий  
Яковлевич  
Андриенко**

Для решения данной проблемы разработан метод синтеза терминальной системы управления взаимосвязанными процессами в объекте. Разработаны принципы построения и методы синтеза бортовых терминальных систем, реализующих свойства комбинированного управления. Решена задача управления выключением ЖРД по критерию безопасности (В.К. Завадский, Е.Б. Каблова, Л.Г. Кленовая).

Применительно к структурным изменениям в объекте, в процессе эксплуатации предложен принцип построения системы с многоуровневой структурой на основе семейства моделей функционирования различной сложности.

Развиты принципы построения алгоритма распознавания нештатной ситуации в бортовой системе, прогнозирования возможных последствий отказов, а также выбора наилучшей стратегии действий, обеспечивающих локализацию либо полную компенсацию негативных последствий нештатной ситуации (А.И. Чадаев, Е.И. Тропова).

Научные результаты этих работ использованы в современных разработках РКТ, в перспективных проектах систем для РН «Ангара», модификаций «Союз-2» (для космодрома «Восточный»), разгонного блока «КВТК».

После ухода из жизни Ю.П. Портнова-Соколова лабораторией в течение 9 лет заведовал д.т.н. Анатолий Яковлевич Андриенко. В настоящее время лаб. № 8 руководит д.т.н. Владимир Петрович Иванов.

Современные работы лаборатории ориентируются на восстановление и развитие разрушенного событиями лет перестройки ракетно-космического потенциала страны – в содружестве с коллективами РКК «Энергия» им. С.П. Королёва, ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, ГНПРКЦ «ЦСКБ–Прогресс», «ГП КБ «Южное», НПОА, НПЦАП им. Н.А. Пилюгина, ГосНИИП, ОАО «ГРЦ им. Макеева» и др.

За годы работы сотрудники лаборатории награждены 26 орденами и медалями страны, удостоены двух Государственных премий: Ю.П. Портнов-Соколов (1967); А.Я. Андриенко, В.П. Иванов, А.С. Поддубный, Ю.П. Портнов-Соколов (1983) – и премии РАН им. акад. Б.Н. Петрова (2004).



**Заведующий  
лабораторией № 8  
Владимир Петрович  
Иванов**

# ЛАБОРАТОРИЯ № 9 РАСПРЕДЕЛЁННЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Лаборатория создана в феврале 1952 г. как лаборатория автоматических устройств; с момента основания до 1967 г. её заведующим был доктор технических наук, профессор, член-корреспондент АН СССР, а с 1960 г. – академик Вадим Александрович Трапезников. Основы современной тематики лаб. № 9 были заложены в 1956 г., когда В.А. Трапезников поручил группе молодых специалистов во главе с А.Ф. Волковым создать экземпляр цифровой вычислительной машины М-3, с которого в ИАТе и начала развиваться принципиально новая техника – цифровые вычислительные машины, комплексы, системы.



**Альберт Фёдорович  
Волков**

В 1967 г. лаб. № 9 была переименована в Лабораторию структур управляющих вычислительных машин, а её заведующим назначен д.т.н. Альберт Фёдорович Волков, ставший впоследствии профессором, лауреатом Государственной премии СССР, заслуженным деятелем науки РФ (руководил лабораторией до 2003 г.). В 1993 г. лаб. № 9 обрела своё нынешнее название. В настоящее время её заведующий – кандидат технических наук, доцент Виталий Николаевич Лебедев. В составе лаборатории – 15 сотрудников, среди них: к.т.н. Р.Э. Асратян., д.т.н. В.А. Ведешенков, к.т.н. И.Н. Мараканов, к.т.н. В.Л. Орлов.

С 1961 по 1978 г. основным направлением деятельности лаборатории являлась разработка архитектуры, методов и средств обеспечения заданной надёжности информационно-управляющих вычислительных систем специального назначения. В этих работах активное участие принимали кандидаты наук А.В. Лебедев, В.Т. Лысиков, Г.Б. Семёнов, В.Д. Зенкин, Г.К. Сорокин, Н.А. Власенко. Работы по созданию новой техники в 1982 г. были отмечены Государственной премией (А.Ф. Волков) и правительственной наградой (В.А. Ведешенков).

С 1974 г. в рамках работ по созданию АСУ «Морфлот» сотрудниками лаборатории совместно с другими лабораториями Института и организациями Минморфлота были разработаны научно-методологические основы построения АСУ транспортными узлами и информационное, математическое и программное обеспечение АСУ «Порт», которые были внедрены в 1984 г. в Ленинградском, Рижском и Ильичёвском морских торговых портах. В разработках и внедрении активное участие принимали к.т.н. В.Н. Лебедев, к.т.н. И.Н. Мараканов, А.Д. Козлов.

С 1993 г. основным научным направлением лаб. № 9 становится теория построения распределённых автоматизированных корпоративных информационно-

управляющих систем (ИУС). В этом направлении разработаны методология построения и базовое программное обеспечение распределённых защищённых ИУС на основе использования Интернет-технологий, трёхзвенной архитектуры (клиент – сервер приложений – сервер баз данных) и информационно-вычислительных сетей общего пользования. Среди особенностей указанной методологии следует выделить архитектуру управляемых с помощью языка метаданных системных интерфейсов, обеспечивающих взаимодействие удалённых баз данных, пользователей и приложений, и архитектуру единого связного интерфейса, обеспечивающего независимость прикладных программ, средств транспортировки и защиты данных.



**Заведующий лабораторией № 9  
Виталий Николаевич Лебедев**

С 1993 г. по заданию Минсвязи лаб. № 9 участвует в создании автоматизированной информационной системы почтовой связи России (АИС ПС). В том же году была разработана и одобрена НТС Минсвязи России «Концепция создания АИС ПС». Институту проблем управления как ответственному исполнителю было поручено научное обеспечение проекта и создание: информационно-вычислительной сети (ИВС ПС), систем организационного управления, информационно-коммерческих систем. В 1994–1998 гг. были созданы аппаратно-программные комплексы и базовые фрагменты ИВС ПС практически во всех регионах России, разработано сетевое и прикладное программное обеспечение, обучено более 1000 специалистов почтовой связи. В 1995–2003 гг. на основе ИВС ПС разработаны и внедрены более 20 подсистем, в том числе: «Гибридная почта», «Интегрированная информационная система поддержки принятия решений», «Электронные денежные переводы», «Товары – почтой», «Прямая адресная рассылка», «Подписка». В эти работы большой вклад внесли Р.Э. Асратян, А.Ф. Волков, В.Н. Лебедев, И.Н. Мараканов, А.Д. Козлов, В.А. Ведешников, А.В. Антонов, А.В. Третьяков, а также сотрудники лаб. № 20 и 37 Института.

В течение ряда лет разрабатывались методология и средства интеграции информационного и программного обеспечения в гетерогенной среде для распределённых корпоративных социально-экономических систем в процессе их развития. Совместно с лаб. № 30 проведены исследования и разработка автоматизированных средств поддержки процесса финансового планирования в вертикально интегрированных нефтяных компаниях, обладающих гибкостью и масштабируемостью, необходимыми для работы в условиях динамично меняющейся экономической ситуации.

С 1999 г. другим важным направлением работ лаборатории становится создание защищённой информационно-вычислительной системы Национального центрального бюро (НЦБ) Интерпола при МВД России и его региональных подразделений (ИВС Интерпола), которая представляет собой корпоративную многоуровневую распределённую информационную систему. Это позволило

эффективно применить разработанную в лаборатории методологию. В создание ИВС Интерпола существенный вклад внесли к.т.н. В.Н. Лебедев, к.т.н. В.Л. Орлов, к.т.н. Р.Э. Асратян, к.т.н. И.Н. Мараканов, к.т.н. А.Г. Шинкарюк, В.Е. Москальков, А.В. Цуканов, В.Г. Волин и др.

В последние годы лаборатория исследует и разрабатывает методы и средства управления распределённой обработкой и информационной безопасностью в сложных неоднородных мультисетевых структурах.

С 2007 г. сотрудники лаборатории создают информационные системы, основанные на принципах SOA – сервис-ориентированной архитектуры.

На этих принципах разработана и проходит внедрение новая распределённая информационная система «Ресурс-2», обеспечивающая многоуровневую интеграцию разномасштабных узлов обработки информации с выходом в международные сети при обеспечении безопасности транспортировки данных как внутри страны, так и при выходе за рубеж.

В 2007–2010 гг. в рамках проектов ТАСИС «Модернизация сети Интерпола в Российской Федерации» выполнен ряд международных контрактов, обеспечен удалённый санкционированный доступ к базам данных Интерпола для российских правоохранительных органов. В частности, проверки по розыску практически всех автотранспортных средств в России проводятся с использованием этих средств.

Сотрудникам лаборатории в 2011 г. присуждена премия им. А.Г. Мамиконова за работу «Создание новых информационных технологий и методов обработки и обмена данными в распределённых гетерогенных системах и их внедрение в Национальном центральном бюро Интерпола при МВД России и его региональных филиалах».

На основе средств удалённого доступа к международным базам данных разработаны системы организации международного розыска физических лиц и системы контроля похищенных и утраченных паспортов. Созданы сервисы для взаимодействия с органами федеральной власти через систему межведомственного электронного взаимодействия (СМЭВ).

В настоящее время осуществляется переход на облачные технологии организации автоматизированных информационных систем, что даёт возможность использования рациональной архитектуры при обеспечении эффективного доступа к информации.

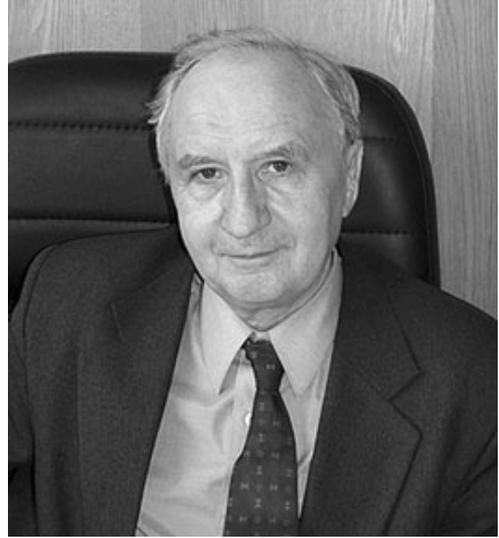
Сотрудниками лаб. № 9 опубликовано более 400 статей и 6 монографий, получено более 40 авторских свидетельств на изобретения, защищено более 30 кандидатских и докторских диссертаций.

# ЛАБОРАТОРИЯ № 11

## МЕТОДОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИИ ДИСКРЕТНЫХ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Лаборатория № 11 является одной из старейших в Институте. Здесь работали выдающиеся учёные: проф. М.А. Айзерман (руководил лабораторией до 1963 г.), проф. Э.М. Браверман, проф. Л.А. Залманзон, проф. Л.И. Розоноэр, проф. А.А. Таль (Алексей Алексеевич руководил лабораторией в 1963–1991 гг.). С 1991 г. заведующим лабораторией является доктор технических наук, профессор, председатель Научного совета Российской ассоциации искусственного интеллекта Олег Петрович Кузнецов.

В настоящее время в составе лаборатории – 9 сотрудников, в том числе 2 доктора и 5 кандидатов технических наук.



**Заведующий лабораторией № 11  
Олег Петрович Кузнецов**

На протяжении многих лет в лаборатории велись фундаментальные разработки принципов построения и технической реализации систем промышленной пневмоавтоматики. За работу «Разработка и внедрение на заводе «Тизприбор» Универсальной системы элементов промышленной пневмоавтоматики (УСЭППА) и создание на её основе приборов системы «Старт»» несколько сотрудников лаборатории: М.А. Айзерман, Т.К. Берендс, Т.К. Ефремова, А.А. Тагаевская, А.А. Таль – были удостоены в 1964 г. званий лауреатов Ленинской премии.

Разработки на основе применения элементов УСЭППА привели к созданию многочисленных систем управления на различных промышленных объектах. Под руководством С.А. Юдицкого сотрудниками лаборатории с участием завода «Тизприбор» был разработан агрегатный струйно-мембранный комплекс «Цикл» для автоматизации циклических процессов. При участии завода «Пневмоаппарат» был создан комплекс «Компас». По результатам этих работ опубликовано 5 монографий, 7 брошюр и препринтов.

Заметный след в развитии отечественной пневмоавтоматики оставили работы Л.А. Залманзона, признанного пионера в разработке теоретических и практиче-

ских основ струйной техники. Его творческое наследие включает 7 монографий по этой проблеме.

В конце 70-х гг. сотрудники, занимавшиеся проблемами пневмоавтоматики, перешли в лаб. № 2, и лаборатория № 11 полностью переключилась на исследование дискретных систем и процессов управления и их теоретических моделей – конечных автоматов и сетей Петри.

Хорошо известны работы А.А. Таля 60-х гг., связанные с анкетным подходом к синтезу конечных автоматов. В 70-е гг. В.А. Бувич (на ранних этапах), Н.Н. Иванов, Г.И. Михайлов, В.В. Руднев, А.А. Таль исследовали возможности использования формальных исчислений Поста в теории конечных автоматов. Ими было создано средство описания конечно-автоматных множеств, известное под названием «Языки эквивалентных преобразований», описанное в монографии «Конечные автоматы: поведение и синтез». А.А. Таль и С.А. Юдицкий разработали методы структурного описания сетей Петри. С приходом в лабораторию группы сотрудников лаб. № 3 (О.П. Кузнецов, А.К. Григорян, А.В. Марковский, Л.Б. Шипилина) в 80-х гг. активизировались работы по созданию языков логического управления. Разработанный этой группой язык ЯРУС-2 использован в программном обеспечении серийно выпускавшихся в 80-е гг. станков с ЧПУ.

В последние годы в научной деятельности лаб. № 11 главное место занимают методы искусственного интеллекта и их использование в системах управления. Основным научным направлением лаб. № 11 в рамках Программы фундаментальных научных исследований РАН является разработка теории и методов интеллектуализации дискретных систем и процессов управления. В этом направлении выделяются три области исследований: 1) сетевые представления знаний, 2) сетевые представления объектов и процессов, 3) искусственный интеллект и когнитивные науки.

## **1. Сетевые представления знаний**

К наиболее распространённым сетевым представлениям знаний относятся представления ситуаций, основанные на линейных и нечётких когнитивных картах, и представления на основе онтологий.

Направление, использующее когнитивные карты для поддержки принятия управленческих решений в слабоструктурированных ситуациях и называемое когнитивным анализом ситуаций, в последние десятилетия активно развивается у нас и за рубежом. Большой интерес к нему проявляют организации, проводящие аналитические исследования в социально-политической сфере. Это объясняется тем, что в слабоструктурированных ситуациях, с которыми имеют дело специалисты этой сферы, не сформулирована система понятий, основные параметры являются не количественными, а качественными, и получены не на основе объективных измерений, а путём опроса экспертов. В таких ситуациях не удаётся использовать подходы традиционной теории принятия решений, опирающейся на методы количественных оценок чётко сформулированных альтернатив, и принятию решений

предшествует работа по структурированию ситуации, то есть созданию её модели. Напомним, что когнитивная карта – это ориентированный граф, вершинам и ребрам которого поставлены в соответствие значения. Вершины когнитивной карты соответствуют факторам, определяющим ситуацию, ориентированные ребра – причинно-следственным связям между факторами. Значение фактора характеризует его величину, значение (вес) связи – силу влияния этой связи, знак веса связи – положительное или отрицательное влияние связи на величину фактора, в который входит соответствующее ребро.

Онтологические представления можно считать вариантом семантических сетей, поддержанным как теоретически (дескриптивной логикой), так и технологически (стандартами, языками, программными средами). Они служат для формализованного описания предметных областей и активно используются в современных информационных системах.

### ***1.1. Моделирование конфликтных ситуаций и на основе линейных когнитивных карт (С.Г. Куливец)***

Предложен подход к моделированию конфликтных ситуаций, объединяющий методы теории игр и когнитивного анализа ситуаций. Построены модели взаимодействия агентов для двух случаев, когда представления агентов о ситуации: а) совпадают и заданы одной линейной когнитивной картой; б) не согласованы и заданы различными когнитивными картами. Для каждой модели предложен метод поиска решения в виде равновесия Нэша в чистых стратегиях. Получены оценки границ устойчивости параметров когнитивной карты, в пределах которых стратегия игрока не меняется.

Результаты анализа проиллюстрированы на примере конфликта интересов России и Норвегии в Баренцевом море.

В 2013 г. построено решение для повторяющейся игры на когнитивной карте в виде равновесия Нэша для случая, когда время окончания игры является общим знанием. Решение игры рассматривается на промежутке  $[0, T]$ , при этом рассчитывается суммарный выигрыш для каждого из игроков как сумма выигрышей за каждый из периодов  $[0, T]$ .

Решение ищется как равновесие Нэша в чистых стратегиях. Для его поиска задача рассматривается как две задачи максимизации двух линейных функций (эти задачи можно решать отдельно в силу линейности целевых функций агентов и фактической дискретности множеств оптимальных действий) и решается рекуррентными уравнениями динамического программирования.

### ***1.2. Моделирование процессов образования коалиций на основе нечётких когнитивных карт (А.А. Кулинич)***

Коалиция считается устойчивой, если любому участнику невыгодно её покидать. Устойчивость коалиции достигается таким дележом выигрыша коалиции, который лишает игроков мотиваций к выходу из коалиции. Традиционный подход

теории кооперативных игр исходит из слишком сильных допущений о полной информированности, рациональности и интеллектуальности игроков, что не позволяет использовать этот подход для создания коалиций в условиях неопределённости. В лаб. № 11 разработана модель формирования коалиции, основанная на модели объекта управления, представленной нечёткой когнитивной картой, и нечётких экспертных оценках целей и стратегий игроков, участвующих в конфликте.

Предложены три критерия устойчивости коалиции:

- критерий взаимной полезности участников при объединении их ресурсов для достижения общей цели;
- критерий когнитивного диссонанса, характеризующий степень дисбаланса взаимных полезностей;
- критерий привлекательности игрока для коалиции.

На их основе разработаны рекомендации для игрока, принимающего решение при выборе сторонников для создания устойчивой коалиции. Лучшими сторонниками по коалиции для игрока, принимающего решение, являются игроки, у которых значения возможности достижения цели и эффективность достижения цели близки к аналогичным показателям игрока, принимающего решение. В этом случае все игроки коалиции имеют приблизительно равную взаимную полезность, эффективность достижения цели и, следовательно, минимальные значения когнитивных диссонансов.

### ***1.3. Онтологический подход к управлению знаниями в научных организациях (К.В. Крюков, О.П. Кузнецов, В.С. Суховеров)***

Предложен подход к задаче определения компетентности научных сотрудников на основе соотнесения терминологии их публикаций с терминами онтологии предметной области.

Предметная область научного знания представляется в виде онтологии с двумя типами вершин: вершины-темы и вершины-термины. Вершины-темы образуют основной каркас дерева и связаны между собой отношением тема-подтема. Вершина-термин связана ровно с одной темой отношением тема-термин; предполагается, что все нижележащие вершины наследуют этот термин. Определяется понятие профиля для двух основных объектов задачи: профиль документа (публикации), характеризующий релевантность документа темам предметной области, и профиль сотрудника, характеризующий компетентность сотрудника в тех или иных темах предметной области.

Предложена формула, оценивающая по пятибалльной шкале релевантность документа конкретной теме онтологии. Формула учитывает три параметра: 1) общее количество упоминаний основных терминов темы в документе; 2) часть документа (объём), в которой встречались основные термины темы; 3) разнообразие терминологии темы (число различных терминов) в документе. Аналогично вычисляется релевантность группы документов. Профиль документа –

это вектор его релевантностей всем темам онтологии. Профиль компетентностей сотрудника – это вектор релевантностей его статей всем темам предметной области.

Вычисленные компетентности можно использовать для подбора экспертов в различных областях научной деятельности (рецензентов, оппонентов, консультантов и т.д.).

В 2013 г. разработаны онтология и словарь наук об управлении, на основе которых предполагается применить предложенный подход к компетенциям в области наук об управлении.

## 2. Сетевые представления объектов и процессов

### 2.1. Разработка теории ресурсных сетей (О.П. Кузнецов, Л.Ю. Жиликова)

Предложена и исследована новая модель распределения ресурсов в сетях – ресурсная сеть, представляющая собой взвешенный связный орграф. Вершинам  $v_i$  приписаны ресурсы  $q_i(t)$  (неотрицательные действительные числа, меняющиеся в дискретном времени  $t$ ), а рёбрам  $(v_i, v_j)$  – пропускные способности  $r_{ij}$ , постоянные во времени. Вводятся  $r_i^{in}$  – суммарная пропускная способность входящих рёбер и  $r_i^{out}$  – суммарная пропускная способность выходящих рёбер вершины  $v_i$ , где  $n$  – число вершин. Состояние сети в момент  $t$  – вектор  $Q(t) = (q_1(t), \dots, q_n(t))$ . Распределение ресурса происходит по одному из двух правил, выбор которых зависит от количества ресурса в вершинах:

если  $q_i(t) > r_i^{out}$ , то в момент  $t$  вершина  $v_i$  отдаёт в ребро  $(v_i, v_k)$

$r_{ik}$  единиц ресурса (правило 1);

если  $q_i(t) \leq r_i^{out}$ , то в ребро  $(v_i, v_k)$  отдаётся  $\frac{r_{ik}}{r_i^{out}} q_i(t)$  ресурса (правило 2).

Ресурсы извне не поступают; ресурс, выходящий из вершины, вычитается из её ресурса; ресурс, входящий в вершину, прибавляется к её ресурсу; тем самым суммарный ресурс  $W$  постоянен. Введено понятие потока в ресурсной сети.

#### Получены следующие результаты:

1. Проведена классификация сетей по двум основаниям: по структуре их графов (регулярные, циклические и поглощающие сети) и по соотношению входных и выходных пропускных способностей (эйлеровы сети, где  $r_i^{in} = r_i^{out}$ , и несимметричные сети).

2. Исследован пороговый характер смены правил функционирования сети. Доказаны существование и единственность порогового значения  $T$  ресурса в каждом классе сетей, за исключением поглощающих; найдены формулы для его вычисления.

3. Разработаны методы нахождения предельных состояний и потоков в каждом классе сетей. В эйлеровых сетях найдена аналитическая зависимость предельного состояния от начального. В классах сетей, не имеющих равновесных состояний, описано их поведение в бесконечном времени.

4. Введено понятие потенциальных аттракторов – вершин, которые при определённых начальных состояниях способны притягивать к себе существенную часть ресурса. Аттракторы разделены на активные и пассивные: активные аттракторы способны притянуть ресурс в процессе функционирования сети; пассивные аттракторы могут удерживать большой ресурс при определённом начальном состоянии, но не могут притянуть его. Найден критерий аттрактивности вершин.

5. Описаны колебательные процессы в циклических сетях при малых ресурсах. Доказано, что при больших ресурсах предельное состояние и предельный поток в циклической сети всегда существуют.

6. Исследованы поглощающие ресурсные сети. В них порогового значения ресурса не существует и предельное состояние при любом суммарном ресурсе зависит от начального состояния линейно.

7. Выделены классы сетей, в которых может быть поставлена и решена задача управления. Это регулярные сети с несколькими потенциальными аттракторами и поглощающие сети с несколькими стоками. Сформулированы прямая и обратная задачи управления на выделенных классах сетей. Показано, что обе задачи сводятся к задаче квадратичной оптимизации с выпуклой целевой функцией.

8. Разработаны модель распространения загрязняющих веществ в водной среде на основе ресурсной сети и её программная реализация.

## ***2.2. Методы рефлексивного формирования топологии беспроводной сети*** ***(Н.И. Базенков)***

Беспроводные ad hoc сети – это сети, образованные автономными беспроводными передатчиками без дополнительной инфраструктуры. Такие сети используются в военных и спасательных операциях, для сбора данных на промышленных объектах, для экологического мониторинга. Узлы такой сети обычно работают от автономных аккумуляторов, поэтому большое значение для них имеют методы обеспечения энергоэффективности. Задача формирования топологии заключается в том, чтобы, с одной стороны, назначить каждому узлу такую мощность, которая обеспечивает связность сети, а с другой – минимизировать суммарную мощность узлов.

Поскольку в таких сетях отсутствует единый центр управления, обладающий информацией обо всех узлах сети, использование централизованных алгоритмов невозможно. Поэтому приходится рассматривать распределённые алгоритмы, когда каждый узел стремится максимизировать локальную целевую функцию. Одним из перспективных подходов к созданию таких алгоритмов является теоретико-игровой подход, при котором задача формирования топологии сети формулируется как некооперативная игра. В этой игре узлы сети являются агентами (игроками), а функции полезности агентов учитывают две цели: поддержание связности сети и минимизацию мощности.

В литературе известен алгоритм выбора действия агентом – алгоритм «наивного наилучшего ответа». В лаб. № 11 предложен рефлексивный алгоритм двойного наилучшего ответа, при использовании которого агент прогнозирует возмож-

ную реакцию соседей на свои действия. Это позволяет выбирать более эффективные действия за счёт увеличения объёма вычислений. На его основе разработаны две модификации алгоритма формирования сети. В первом – узлы используют двойной наилучший ответ до тех пор, пока все узлы не перестанут изменять свои мощности. После остановки полученная сеть не всегда является связной, поэтому узлы переключаются на обычный наилучший ответ и завершают формирование сети. Во втором алгоритме узел использует наивный наилучший ответ, если может улучшить с его помощью свою полезность. Если улучшение полезности невозможно, узел переключается на двойной наилучший ответ. Для обеспечения сходимости алгоритма вводится ограничение на допустимое число использований двойного наилучшего ответа.

Сходимость алгоритмов доказана аналитически, их эффективность продемонстрирована в численных экспериментах.

### 3. Искусственный интеллект и когнитивные науки

Цель исследований этого направления – выявить различия в механизмах обработки информации между компьютером и мозгом. Эта проблема важна как для когнитивных наук, занимающихся собственно изучением мозга, так и для искусственного интеллекта, занимающегося разработкой интеллектуальных компьютерных технологий. Дело в том, что многие задачи, связанные с обработкой информации, мозг решает эффективнее, чем компьютер. Краткий список некоторых основных задач, которые мозг решает более эффективно, чем компьютер, выглядит так:

- быстрая обработка образов: категоризация, узнавание в разных ракурсах на основе сходства (а не тождества);
- целостное, «гештальтное» восприятие; восстановление целого по части; быстрое узнавание несходства («что-то не так»);
- определение релевантности, отделение существенного от несущественного;
- быстрый доступ к нужному содержанию (ассоциативный поиск);
- быстрые рассуждения на основе схем (а не формальной логики).

Малая эффективность решения этих задач компьютером (при том, что скорости компьютерных процессов в миллионы раз выше скоростей процессов мозга) говорит о том, что механизмы мозга, обрабатывающие информацию, принципиально другие. Поэтому возникает задача поиска подходов к построению моделей, близких к внутренним процессам мозга и отличающихся как от алгоритмических логико-комбинаторных моделей, на которых основано подавляющее большинство современных интеллектуальных технологий, так и от современных моделей нейронных сетей, которые имеют весьма простую архитектуру, мало похожую на сложную архитектуру мозга.

В начале 2000-х гг. в лаб. № 11 были разработаны две модели обработки и хранения образной информации. Эти модели основаны на голографическом подходе, который понимается не как традиционный физический, а как

информационный принцип. О.П. Кузнецовым была предложена оригинальная модель псевдооптических нейронных сетей (ПНС), обладающих голографическими эффектами. В них информация передаётся с помощью аналоговых сигналов, имеющих волновую природу, а запись и считывание (восстановление) происходят по голографическим принципам. Л.Б. Шипилина разработала инструментальные средства для моделирования ПНС. Машинные эксперименты показали, что в ПНС возможна весьма эффективная организация быстрых процессов узнавания и восстановления образов, а также высокая устойчивость к повреждениям. А.В. Марковский разработал квазиголографический метод распределённого цифрового кодирования изображений, допускающий восстановление изображений при повреждении значительной части его поверхности. Этот метод позволяет так закодировать цифровое изображение, что оно восстанавливается даже при утрате значительной части его поверхности (до 90% и выше). Результаты работы могут быть использованы для устранения помех при передаче графической документации по сетям связи, а также для защиты графической информации.

В последние годы начаты исследования по двум ветвям направления, связанного с когнитивными науками.

Исследования первой ветви относятся к проблемам когнитивной семантики и опираются на концепцию Дж. Лакоффа, представляющую собой проект решения двух проблем: категоризации и семантики. В основе этой концепции лежит тезис, заключающийся в том, что когнитивные структуры и механизмы человека существенным образом зависят от его сенсорных механизмов, а также физического и социального опыта. Важную роль в этой концепции играют понятия гештальта и образно-схематических структур, на которые опирается объяснение механизмов понимания и быстрых рассуждений. Отметим, что описанная выше модель ПНС может служить одним из перспективных подходов к моделированию гештальта.

Вторая ветвь исследований относится к изучению и развитию разделов математики динамических сетей, связанных с распространением активности. Эти исследования могут оказаться весьма полезными при структурировании и формализации огромных массивов экспериментальных данных, накопленных нейрофизиологами за последние десятилетия.

Раскрытие принципов, на которых основаны информационные процессы мозга, должно привести к радикальному прорыву в интеллектуальных технологиях.

Исследования лаб. № 11 в последние 5 лет были поддержаны тремя грантами РФФИ и двумя программами ОЭММПУ РАН.

# ЛАБОРАТОРИЯ № 13 ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Лаборатория создана в конце 1993 г. решением Учёного совета Института. Заведующим лабораторией был избран кандидат технических наук Евгений Владимирович Юркевич, возглавляющий её и в настоящее время (ныне д.т.н., профессор).

С момента основания лаборатории в ней трудятся к.т.н. Л.Г. Дмитренко, к.т.н. Г.Г. Воробьёв и Л.Н. Крюкова; несколько позже в лабораторию влились к.ю.н., проф. Б.В. Колосов, д.т.н., проф. Ю.В. Сидельников, к.т.н. С.А. Салтыков.

Лаборатория была образована как научное подразделение, развивающее идеи построения Государственной системы приборов и средств автоматизации нового поколения (ГСП-2). Этим объясняется тесный контакт её тематики 90-х гг. с заказами Российского комитета по машиностроению (преемника Минприбора), Госстандарта России, Российского комитета по информатизации. Первыми полученными результатами были модели оперативных воздействий, способствующие совершенствованию работы упомянутых органов государственного управления в новых рыночных условиях.



**Заведующий лабораторией № 13  
Евгений Владимирович Юркевич**

Более десяти лет на базе лаборатории активно работал Орган по сертификации электрооборудования, аккредитованный Госстандартом России, а сотрудники лаборатории были аккредитованы как эксперты в области информационных технологий и электротехники и занимались экспертизой продукции таких корпораций, как *IBM*, *DUX*, *Samsung* и др.

Современные направления исследований нацелены на развитие идей обеспечения совместимости программно-технических средств, положенных в основу ГСП-2. В международных стандартах используется понятие «функциональная безопасность программно-технических средств». Применение этого понятия к оценке устойчивости управления организационно-экономическими системами привело к введению термина «функциональная надёжность».

Сегодня специалисты лаборатории изучают возможность обеспечения функциональной надёжности инжиниринга как технологии управления инновациями в технике, биологии, экономике, образовании. Спецификой предлагаемых подходов является ориентация на анализ и устранение причин нерегулярности получения ожидаемых результатов оперативных воздействий. Именно поэтому в центре научных интересов лаб. № 13 оказалась проблема влияния, которое оказывается информацией, передаваемой между элементами рассматриваемых систем, на дейст-

вие известных законов и закономерностей. Для её решения разрабатывается методология, позволяющая определять требования к функции безопасности и полноте безопасности (вероятности того, что функция безопасности выполняется удовлетворительно). Сегодня предложенный в лаборатории подход с успехом используется приборостроительными заводами.

С помощью моделей процессов разработки и эксплуатации средств и систем определяются новые возможности прогнозного проектирования в соответствии с организационно-технологическими критериями риска. Предложенная в лаборатории методология использования ситуационного принципа для регламентации функциональной надёжности средств измерения и управления открывает новые возможности в обеспечении совместимости средств реализации технологических процессов (Е.В. Юркевич, Л.Н. Крюкова). В отличие от традиционных расчетов надёжности средств и систем разрабатывается методология обеспечения функциональной надёжности работы экономических систем с реализацией социального реинжиниринга, что позволяет минимизировать затраты на обеспечение качества продукции и услуг с помощью кардинальной реорганизации отношений между специалистами.

Исследование особенностей информационной передачи в биологических системах позволило рассматривать устойчивость жизненных процессов как характеристику системной организации информационного взаимодействия биологических объектов. Впервые на экспериментальном материале продемонстрированы особенности динамики функциональной надёжности жизнедеятельности биологических объектов в условиях их дистантного взаимовлияния (Е.В. Юркевич).

Решение задач оптимизации межличностного общения определило рассмотрение образования как производства средств производства интеллектуального продукта. В этой связи предложена оригинальная оценка уровня культуры коммуникаций как характеристики глубины обратной связи, обеспечивающей функциональную надёжность ожидаемых результатов образовательных технологий. Впервые в России рассмотрены методологические возможности оптимизации работы учреждений образования с помощью построения логистической цепи по критерию максимального сочетания мощности информационного и финансового потоков (Е.В. Юркевич, Л.Н. Крюкова).

Рассмотрение возможностей введения правовых ограничений для обеспечения функциональной надёжности управления в слабоструктурированных системах позволило сформулировать предложения, принятые в Фонде по реформированию жилищно-коммунального хозяйства, а также в Государственных корпорациях «Ростехнология» и «Роснано». Впервые оценки на основе правового анализа понятия «интерес субъекта правоотношений» использовались в качестве критерия функциональной надёжности применения российских и международных правовых норм (Б.В. Колосов).

Углублённое рассмотрение природы функциональной безопасности определило актуальность исследования физики процессов управления. В этом направлении ведутся работы по построению унитарной модели организации материи на её нижних уровнях. Предложена модель внешней среды для процессов управления, аналогичных естественно-природным механизмам.

При построении уточнённых моделей онтологического управления и сопутствующих процессов исследуются, с применением аналитической психологии К.Г. Юнга, возможности использования принципа метауправления для построения автономных интеллектуальных мобильных роботов. На основании определения структуры базы знаний в соответствии с типами информации, полученной в результате хода управляющих процессов, разрабатывается структура процессорного поля и выявляются его свойства (Г.Г. Воробьёв и Л.Г. Дмитренко).

В результате работ по экспертному прогнозированию предложен подход, позволяющий оценивать надёжность работы рассматриваемых систем с учётом динамики их характеристик. Для оценки регулярности получения результатов, ожидаемых в процессе творческой деятельности, предложена модификация метода фокальных объектов. Оригинальные алгоритмы установления соответствия между сложностью реализации стратегии, выбранной компанией, и методами экспертного прогноза позволили повысить эффективность получения ожидаемых результатов управленческих воздействий (Ю.В. Сидельников и С.А. Салтыков). Разработанная методология используется Международной академией исследования будущего и Федеральным агентством по делам молодёжи.

Для создания необходимых условий полноценного творчества и раскрытия научного потенциала начинающих учёных при Московском авиационном институте и ИПУ РАН создан Инновационный центр. Руководителем этого Центра является д.т.н., проф. Ю.В. Сидельников. Центр оказывает помощь в доработке смелых идей студентов, привлекая их к участию в конференциях и содействуя публикациям студенческих работ в журналах и сборниках.

На базе лаборатории организован общемосковский семинар «Теория систем и задачи управления» (руководитель Е.В. Юркевич). Лаборатория является одним из организаторов конференций «Функциональная безопасность. (Нормы, практика и тенденции развития систем контроля и управления. Их роль в обеспечении безопасности)», «Ноосферное образование», международной конференции «Информационные технологии в науке, социологии, экономике и бизнесе», регулярно участвует в международных конференциях «Проблемы управления», «Системные проблемы надёжности, математического моделирования и информационных технологий», «Управление развитием крупномасштабных систем», «Гагаринские чтения», неоднократно участвовала в инвестиционных салонах и выставках ВВЦ, проводимых Международным союзом промышленников и предпринимателей, и др.

Результаты работ лаборатории опубликованы в 16 монографиях, 8 учебных пособиях, нескольких программах учебных курсов для вузов, 4 брошюрах и более чем трёхстах статьях. К 10-летию лаборатории издан специальный выпуск Трудов Института (том XXII), целиком составленный из статей отрудников лаб. № 13.

# ЛАБОРАТОРИЯ № 14

## ФЕРРОМАГНИТНЫХ ТОНКОПЛЁНОЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ



**Основатель  
и первый зав. лаб. № 14  
Наталья Петровна Васильева**

Лаборатория создана заслуженным деятелем науки РФ д.т.н., проф. Наталией Петровной Васильевой в 1977 г. на базе группы, в 50-е гг. занимавшейся разработкой первых в стране промышленных серий магнитных логических элементов ЭЛМ-50 и ЭЛМ-400, нашедших широкое применение в народном хозяйстве (метро, металлургия и др.) и обороне (атомные подводные лодки и ледоколы). В лаборатории велись разработки элементов вычислительной техники и автоматики на основе фундаментальных исследований ферромагнитных тонкоплёночных структур: регистровых запоминающих устройств на плоских магнитных доменах, магнитных дисков, магнитных карт и ленточных носителей информации, запоминающих элементов на анизотропном магниторезистивном (АМР) эффекте. В настоящее время заведующим лабораторией является доктор технических наук Сергей Иванович Касаткин.

В последние годы основные работы лаборатории относятся к области теоретических, экспериментальных и технологических исследований наноэлементов магнитной спинтроники на базе металлических многослойных магниторезистивных (МР) наноструктур. Ведутся исследования МР многослойных тонкоплёночных элементов: преобразователей магнитного поля и тока, запоминающих наноэлементов, биосенсоров и др. Разрабатывается контрольно-измерительное оборудование для контроля технологического процесса изготовления и исследования наноэлементов. Сотрудники лаборатории разрабатывают контрольно-измерительное оборудование и приборы на основе преобразователей магнитного поля и тока совместно с рядом заинтересованных организаций. Основные участники работ: д.т.н. С.И. Касаткин; проф., д.т.н. Н.П. Васильева; к.т.н. А.М. Муравьёв; к.ф.-м.н. Д.В. Вагин; Н.В. Плотникова.

**Разработка и исследование МР наноэлементов.** Сегодня в мире активно ведутся разработка и выпуск наноэлементов на АМР эффекте, достигающем величины 1,5–2,5%, и на относительно недавно открытых спин-вентильном МР (СВМР) эффекте, составляющем 10–15%, и спин-туннельном МР (СТМР) эффекте, достигающем 500%.

*Элементы с АМР эффектом.* В лаборатории разработаны многослойные и однослойные АМР преобразователи магнитного поля и тока, предложены новые методы управления и конструкции, проведён теоретический анализ их работоспособности. Основным достоинством многослойных преобразователей является многократно уменьшенный, по сравнению с широко распространёнными

однослойными преобразователями, гистерезис. Это позволяет использовать их во многих применениях как аналоговые устройства, за исключением области магнитных полей, близких к пределу чувствительности преобразователей. В настоящее время ведутся работы по внедрению этих преобразователей в ряде организаций.

*Элементы с СВМР и СТМР эффектом.* На основе СВМР и СТМР наноструктур за рубежом разработаны и уже выпускаются преобразователи магнитного поля и тока, гальванические развязки с уникальными параметрами, головки считывания, МР энергонезависимые однокристалльные запоминающие устройства с произвольной выборкой (ЗУПВ). Начаты исследования спиновых транзисторов и микропроцессоров, биосенсоров, при этом новым параметром этих устройств является направление спина электрона.



**Заведующий лабораторией № 14  
Сергей Иванович Касаткин**

В лаборатории проведены теоретические исследования наноэлементов обоих типов для их применения в качестве запоминающих и логических элементов, преобразователей магнитного поля; предложены новые методы управления и конструкции. В последние годы совместно с рядом организаций проводятся экспериментальные и технологические исследования СВМР и СТМР наноструктур чувствительных наноэлементов на их основе.

**Разработка макетов приборов с АМР преобразователями.** Разработан макет на принципах магнитной локации, базирующийся на созданном в рамках этой работы алгоритме и матобеспечении для определения пространственных и угловых координат магнитного диполя. Области и сферы применения подобных приборов: тренажёры, трёхмерные компьютерные манипуляторы, медицинские приборы, неразрушающий дистанционный контроль материалов и изделий, обнаружение объектов, обладающих магнитными полями, и т.п. Проверена возможность применения АМР головок для бесконтактной диагностики объектов по близлежащим к их поверхности магнитным полям.

**Перспективы.** Магнитная спинтроника, как ветвь нано- и микроэлектроники, занимающаяся разработкой элементов с фиксацией направления спина электрона в качестве параметра, в настоящее время является одной из наиболее активно развиваемых в мире. Это направление относится к наукоёмким технологиям двойного назначения, определяющим научный и технологический потенциал страны. Лаборатория продолжит работы в области исследования новых видов СВМР и СТМР наноструктур, разработки МР наноэлементов на их основе и приборов с МР наноэлементами. Планируются исследования по новым перспективным направлениям магнитной спинтроники: наноэлементам с переносом спина, «нанодыркам» и нанотрубкам с магнитным материалом.

Сотрудники лаборатории участвуют в работах по грантам РФФИ и договорам с физико-техническими институтами и организациями страны.

# ЛАБОРАТОРИЯ № 15

## СЕНСОРОВ И СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ

Лаборатория автоматического контроля и датчиков была создана в 1958 г. в результате «почкования» от лаборатории, руководимой членом-корреспондентом АН СССР Борисом Степановичем Сотсковым. До 1984 г. лаб. № 15 руководил д.т.н., профессор Дмитрий Иванович Агейкин, с 1984 г. по настоящее время её заведующим является д.т.н., профессор Владислав Дмитриевич Зотов. В составе лаборатории 5 человек, в том числе один доктор технических наук и 3 кандидата технических наук. В лаборатории сохраняется основное научное направление – создание новых типов сенсоров (датчиков) на новых физических принципах для контроля на их основе различных физических величин и сенсорных систем.

Под руководством проф. Д.И. Агейкина в лаборатории впервые в стране начали разрабатываться сенсоры с частотными и время-импульсными выходными сигналами на основе различных известных в 60–70-е гг. физических явлений и эффектов. Новизна разработок была подтверждена многочисленными авторскими свидетельствами и патентами ряда стран, включая США, Англию, Германию и др. Некоторые разработки тех лет не утратили значимости и сегодня. За разработку комплекса корабельных датчиков для систем управления атомных подлодок Д.И. Агейкину была присуждена Государственная премия СССР.

*С середины 60-х гг. под руководством профессора В.Д. Зотова начались работы по реализации концепции предварительной обработки информации непосредственно при её восприятии с использованием новых объёмных явлений в полупроводниках и полупроводниковых структурах. Реализуемый при этом принцип многофункциональности в разработке сенсоров различных назначений позволяет радикально упростить требования к вторичным электронным блокам обработки информации и принятия решений, уменьшить их объёмы, вес, энергопотребление, себестоимость, повысить помехозащищённость, надёжность и эффективность.*

В 70–80-е гг. был разработан ряд полупроводниковых сенсоров восприятия и предварительной обработки оптической инфор-



**Основатель  
и первый зав. лаб. № 15  
Дмитрий Иванович Агейкин**



**Заведующий лабораторией № 15  
Владислав Дмитриевич Зотов**

мации, в частности, несколько модификаций позиционно-чувствительных сенсоров (фотоприёмников) с радиальным электрическим полем, которые многие годы выпускались серийно заводом «Плутон» и использовались в малогабаритных системах управления специального назначения. В 1982 г. были созданы полупроводниковые структуры с L-образными вольт-амперными характеристиками (в отличие от известных S- или N-образных), в которых возникают ранее неизвестные явления управляемой скачковой проводимости (Z-эффект), позволяющие разрабатывать на их основе сенсоры различных физических величин, которые по своим функциональным и эксплуатационным возможностям абсолютно превосходят все известные в настоящее время полупроводниковые сенсоры тех же назначений (элементы Холла, тензоэлементы, фотодиоды, NTC-термисторы и пр.). Особый интерес вызывает способность таких структур (Z-сенсоров) не только вырабатывать сигнал реакции на внешнее воздействие, но и производить некоторые необходимые функциональные преобразования этого сигнала (усиление, аналого-цифровое преобразование, интегрирование во времени, запоминание и др.), то есть реализовывать принцип многофункциональности в объёме кристалла на молекулярном уровне без использования внешних электронных схем. На Z-сенсоры были получены авторское свидетельство СССР № 1739402 и патент США № 5742092.

К настоящему времени разработаны принципы построения следующих типов полупроводниковых многофункциональных сенсоров (Z-сенсоров), не имеющих аналогов в мире:

- многофункциональные сенсоры температуры (Z-термисторы);
- магниточувствительные Z-сенсоры с частотно-импульсным и аналоговым выходными сигналами;
- измерители-накопители ультрафиолетового излучения;
- перестраиваемые сигнализаторы заданного значения интенсивности оптического излучения;
- силочувствительные Z-сенсоры;
- тактильные Z-сенсоры.

Представляется возможным создание модификаций структур, чувствительных к корпускулярным излучениям и газам, вызывающим изменение скорости поверхностной рекомбинации.



...или такими!



Z-сенсоры могут быть такими...

Совместно с фирмой

*VZ Sensor* были разработаны базовые конструкции и технология производства ряда Z-сенсоров, которые отличаются уникальной помехозащищённостью, надёжностью, простотой эксплуатации и малым потреблением энергии. Малые габариты Z-сенсоров (1x1x0,3; 2x2x0,3; 5x2x0,3 мм) позволяют использовать их в любых труднодоступных местах. В настоящее время отдельные типы Z-сенсоров

выпускаются небольшими партиями и поставляются потребителям. В первую очередь к ним относятся различные типы Z-термисторов, магниточувствительные Z-сенсоры и Z-сенсоры ультрафиолетового излучения.

На основе Z-сенсоров разработаны и изготавливаются различные типы портативных систем контроля, управления и диагностики для технических и медицинских целей.

Традиционным направлением в работе лаборатории являются медико-биологические исследования (к.т.н. А.А. Десова). Разрабатываются методики анализа ритмической структуры биосигналов квазипериодического типа для медицинской диагностики, например, повышения достоверности дифференциальной диагностики заболеваний лёгких, выявления ранних признаков артериальной гипертензии детей и подростков и др.



**А столько наград вы видели?**

аудитории, например бытовые дозиметры УФ излучения, Z-термисторы в медицинской диагностике и др., неоднократно обсуждались в СМИ: на телевидении, по радио «Голос России», в газетах и журналах.

Работы по полупроводниковым Z-сенсорам получили широкий международный резонанс. Они демонстрировались на 14 специальных выставках «Высокие технологии России» в Италии, Германии, Японии, США и других странах, на Международных салонах и выставках были отмечены многочисленными Золотыми медалями. В 2005 г. на 5-м Международном салоне инноваций и инвестиций эти работы получили Гран-при, а на 14-м Салоне «Высокие технологии XXI века» были отмечены высшей наградой – Золотой статуэткой «Святой Георгий». За последние годы по проблеме Z-сенсоров вышло более 40 публикаций в отечественной и зарубежной печати, получены патенты США (№ 5.742.092), Китая (№ 97113376 X и № 972227361 IX) и ряда европейских стран (Европатент № 456825 A1). Разработки лаборатории, представляющие интерес для широкой

# ЛАБОРАТОРИЯ № 16

## ДИНАМИКИ НЕЛИНЕЙНЫХ ПРОЦЕССОВ

### УПРАВЛЕНИЯ им. Е.С. Пятницкого

Лаборатория создана в 1982 г. по инициативе Марка Ароновича Айзермана на базе группы сотрудников лаб. № 25. Первым её заведующим стал д.т.н., проф. Евгений Серафимович Пятницкий – выдающийся российский учёный в области механики и процессов управления (в 2000 г. избран членом-корреспондентом РАН). Евгений Серафимович руководил лаб. № 16 до последнего дня жизни (в 2003 г.). В 2003 г. заведующим лабораторией № 16 стал д.ф.-м.н. Лев Борисович Рапопорт.



**Основатель  
и первый зав. лаб. № 16  
Евгений Серафимович  
Пятницкий**

Большой вклад в становление и развитие научной тематики лаборатории внесли: член-корреспондент РАН, д.т.н., проф. Е.С. Пятницкий, к.ф.-м.н. И.Н. Барабанов, к.ф.-м.н. Н.В. Дунская, к.ф.-м.н. В.А. Каменецкий, к.т.н. А.И. Литвинцев, д.ф.-м.н. В.И. Матюхин, д.ф.-м.н. А.П. Молчанов, к.ф.-м.н. А.В. Пестерев, д.ф.-м.н. Л.Б. Рапопорт, д.ф.-м.н., проф. В.Н. Тхай.

#### Основные научные направления:



**Заведующий  
лабораторией № 16  
Лев Борисович  
Рапопорт**

- общие методы анализа и синтеза нелинейных систем управления;
- управление механическими системами;
- теория колебаний и устойчивость движения.

#### Основные научные результаты

К числу основных результатов, полученных в лаборатории, следует отнести новый вариационный принцип механики – принцип минимакса, который позволяет сводить задачи оптимального управления механическими системами к стандартным задачам на условный экстремум.

Установлен принцип декомпозиции для управляемых механических систем, нашедший применение в управлении манипуляционными роботами (включая многоруких роботов), летательными аппаратами, судами, двигателями внутреннего сгорания, динамическими тренажёрами. Исследована задача управления чёрным ящиком механической природы.

Разработан метод анализа устойчивости нелинейных систем с неполной информацией, описываемых дифференциальными разностными включениями. Развит вариационный метод анализа таких систем, введены новые классы функций Ляпунова, что позволило получить новые критерии устойчивости.

Исследовано строение границы области абсолютной устойчивости систем управления с параметрическими возмущениями. Доказано существование инвариантных функций на границе области абсолютной устойчивости. Доказано существование периодических решений в таких системах в двумерном и трёхмерном случаях. Получены конструктивные необходимые и достаточные условия абсолютной устойчивости.

Для задачи абсолютной устойчивости систем управления с несколькими нелинейными стационарными элементами получены необходимые и достаточные условия существования функций Лурье–Постникова в форме разрешимости системы линейных матричных неравенств и в частотном виде. Получено «неущербное» расширение S-процедуры для задачи о знакоопределённости квадратичных форм при квадратичных ограничениях специального вида.

Развит метод управления механическими системами с упругими элементами.

Разработаны численные методы построения функций Ляпунова для детерминированных и стохастических систем. Разработан метод построения функций Ляпунова, позволяющий получить условия асимптотической устойчивости, экспоненциальной устойчивости, абсолютной устойчивости.

Для нелинейных управляемых систем получены необходимые и достаточные условия стабилизируемости в терминах существования стабилизирующих пар – управления и функции Ляпунова, обеспечивающей устойчивость замкнутой системы управления. Необходимые и достаточные условия стационарной стабилизируемости сводятся к задаче нахождения гладкого решения специального неравенства в частных производных. Аналогичный результат получен для нестационарных объектов управления.

Установлены условия экспоненциальной и сильной стабилизируемости. Получены необходимые и достаточные условия стабилизируемости при неполной информации о векторе состояния. Все результаты перенесены на дискретные системы. Полученные критерии стабилизируемости сводят проблему синтеза к решению уравнения в частных производных. Развита методика решения этого неравенства в областях с удалённой малой окрестностью нуля. Оказалось, что в таких кольцевых областях решение неравенства можно построить в классе полиномов конечной степени с неизвестными коэффициентами.

Разработаны основы конструктивной теории линейных матричных неравенств.

Разработана концепция биомеханики управляемых движений человека.

В последнее время ведутся работы по применению методов спутниковой GLONASS / GPS и инерциальной навигации к задачам управления механическими системами. Активно развиваются методы управления колёсными роботами. Развита методика планирования траекторий колёсных роботов, решены задачи синтеза законов управления, оценки областей притяжения и областей достижимости. Полученные результаты находят применение в сельском хозяйстве, строительстве, обеспечении безопасности работы в сложных условиях.

Построены прототипы мобильных роботов и системы управления, реализующие теоретические результаты лаборатории. Подготовлено несколько патентов.



**Контроллер, подключаемый к роботу**

Развиты методы нелинейного анализа обратимых механических систем, обладающих свойством пространственно-временной симметрии. Получен ряд фундаментальных результатов, нашедших большой отклик в международном научном сообществе.

В теории нелинейных колебаний предложена теория периодических движений, с единых позиций описывающая как колебания, так и вращения, развиты: теория систем, близких к резонансным и близких к автономным, для систем с первым интегралом проанализированы колебания, устойчивость, возможность стабилизации, решена задача управления.

Получен ряд важных результатов по синтезу управлений, обеспечивающих конечное время переходных процессов в механических системах. Этот подход, тесно связанный с принципом декомпозиции Е.С. Пятницкого и развитый В.И. Матюхиным, применён к решению задачи о безударном контакте твёрдых тел.

Для задачи управления многоагентными системами исследованы протоколы децентрализованного управления, обеспечивающие конечное время образования формации при большом количестве агентов механической природы.

Открыты грубые по периодическому движению модели, получены различные достаточные условия грубости.

В 2004–2008 гг. сотрудниками лаб. № 16 опубликовано около 50 статей, подготовлено 4 монографии (две уже вышли), прочитано более 30 докладов на всероссийских и международных конференциях.

Силами лаб. № 16 в Институте проводится популярный Международный семинар «Устойчивость и колебания нелинейных систем управления» им. Е.С. Пятницкого – конференция РАН для специалистов по механике, прикладной математике. Организатором, идейным вдохновителем и председателем Оргкомитета семинара до конца своих дней был Е.С. Пятницкий. Первый семинар был проведён в 1987 г., а с 1992 г. он проводится каждые два года, с 2004 г. семинар носит имя Е.С. Пятницкого. Председателем Оргкомитета является В.Н. Тхай.

Круг научных проблем, обсуждаемых на семинаре, включает наиболее актуальные вопросы науки управления. Так, помимо традиционных направлений, таких как теория устойчивости движения и теория колебаний, вопросы управляемости, наблюдаемости и стабилизации, управление механическими системами, широко представлены проблемы робастной устойчивости, задачи управления гибридными системами, моделирование систем управления.

По материалам докладов публикуются тематические номера журналов «Автоматика и телемеханика», «Прикладная математика и механика».



**Тестирование колёсного робота**

# ЛАБОРАТОРИЯ № 17

## АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ



**Основатель  
и первый зав. лаб. № 17  
Владимир Александрович  
Жожикашвили**

Лаборатория образовалась в 1959 г., вобрав в себя часть сотрудников лаб. № 3 профессора М.А. Гаврилова. Руководителем лаборатории был назначен Владимир Александрович Жожикашвили, который исполнял эти функции до конца жизни. С 2008 г. и по настоящее время заведующим лаб. № 17 является доктор технических наук Маис Паша-оглы Фархадов, один из ведущих специалистов по разработке систем с речевыми технологиями.

Большой вклад в становление и развитие лаборатории внесли Р.В. Билик, Е.В. Картузов, В.Н. Силаев.

**Деятельность лаборатории последовательно развивалась в четырёх главных направлениях:**

- Бесконтактные системы телемеханики (1953–1965).
- Автоматизированные системы массового обслуживания, система и сеть «Сирена» (1965–1998).
- Применение речевых технологий в информационных системах, управлении, аналитике (1998–2008).
- Модели и методы интеллектуализации информационных и сервисных систем на базе использования современных интерфейсных и информационно-телекоммуникационных технологий (с 2008 г. по настоящее время).

### **Бесконтактные системы телемеханики**

В 1959–1965 гг. под руководством В.А. Жожикашвили впервые в мировой практике в лаборатории были созданы бесконтактные элементы дискретного действия на основе магнитных сердечников с прямоугольной петлёй гистерезиса, как антипод электромагнитным контактными реле. На основе этих элементов были разработаны бесконтактные системы телемеханики (телеуправления, телеизмерений и телесигнализации), отличавшиеся тем, что они не содержали ни одного электромеханического контакта и, следовательно, обладали супервысокой надёжностью. Это была подлинная революция в области телемеханики и средств автоматики, значительно опередившая уровень работ в других странах. Заводы

СССР освоили промышленное производство бесконтактных систем телемеханики для нужд сельского хозяйства, электроэнергетики, металлургии, связи, армии и т.д.

### Автоматизированные системы массового обслуживания

В 1965 г. в лаборатории была начата работа по созданию первой в СССР системы бронирования и продажи билетов на рейсы «Аэрофлота» – системы «Сирена». К созданию системы было привлечено несколько НИИ, КБ и заводов Минприбора и Министерства гражданской авиации, Институт получил статус головной организации. Генеральным конструктором системы был назначен зав. лаб. № 17 В.А. Жожикашвили. В рамках проекта «Сирена» были реализованы передовые идеи, которые в дальнейшем стали основополагающими для систем обслуживания разного назначения. Впервые в практике СССР был решён целый ряд проблем,

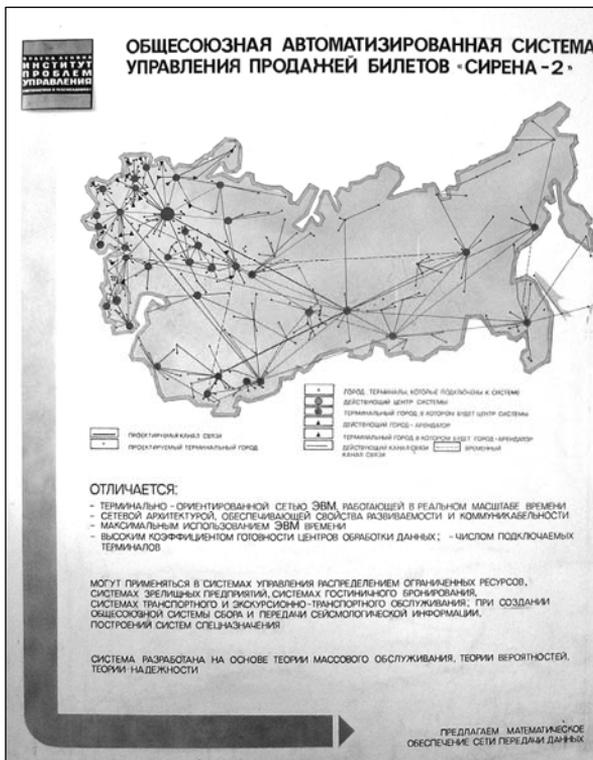


**Заведующий лабораторией № 17  
Маис Паша-оглы Фархадов**

были реализованы передовые идеи, которые в дальнейшем стали основополагающими для систем обслуживания разного назначения. Впервые в практике СССР был решён целый ряд проблем,

среди которых:

- создание распределённой динамической базы данных, обслуживающей в реальном масштабе времени интенсивный поток транзакций;
- использование пультов ввода-вывода информации с экраном и алфавитно-цифровой клавиатурой;
- разработка сети передачи данных повышенной надёжности с пакетной коммутацией и адаптивной маршрутизацией;
- разработка и первое практическое применение электронной почты.



**Принципиальная схема системы «Сирена-2»**

В 1972 г. был введён в промышленную эксплуатацию московский узел системы

«Сирена», а в течение нескольких последующих лет «Сирена» была распространена на всю территорию СССР и существенно улучшила работу «Аэрофлота». Для внедрения системы «Сирена» в Институте на базе лаб. № 17 был образован отдел внедрения под руководством Валерия Александровича Кучерука.

Опыт разработки системы «Сирена» стал основой для создания теории построения нового класса распределённых компьютерных систем с мультимедийным доступом к удалённым базам данных в реальном масштабе времени, получивших название «автоматизированные системы массового обслуживания» (АСМО). На этом этапе большой вклад в работу внесли В.Л. Бахрах, Л.Б. Белокриницкая, Р.В. Билик, В.А. Вертлиб, В.М. Вишневецкий, А.С. Ипатов, Е.В. Каргузов, Г.Л. Кацман, В.И. Курбатский, З.П. Мясоедова, С.В. Никифоров, Н.В. Петухова, А.А. Прытов, Б.И. Ребортович, А.Л. Розовский, А.Б. Савинецкий, В.Н. Силаев, И.В. Ситникова, С.И. Спиваковский, Л.М. Старкова, А.С. Твердохлебов, Б.Н. Терещенко, В.И. Тюнин, Е.В. Федотов, М.С. Шамова, Т.М. Шибаяева, А.В. Шипунов, М.П. Фархадов.



1979 г.: эти люди лаб. № 17 делали систему «Сирена»  
(в центре – В.А. Жожикашвили)

### **Системы массового обслуживания с речевыми технологиями**

В 1998 г. лаборатория в составе ведущих специалистов В.А. Жожикашвили, Р.В. Билика, Н.В. Петуховой, В.А. Вертлиба, М.П. Фархадова, З.П. Мясоедовой развернула новую программу, получившую название «АСМО нового поколения». Эта программа была направлена на то, чтобы информационное и сервисное обслуживание населения стало более дешёвым, открытым и доступным. Ключевую

роль здесь были призваны сыграть компьютерные речевые технологии – распознавание и синтез речи, идентификация голоса, анализ речевого потока. Речевой портал, реализующий функции самообслуживания в интерактивном режиме и предоставляющий интеллектуальные услуги, способен значительно повысить эффективность центров обслуживания.

Области рационального применения речевых технологий практически неограниченны. Лаборатория применяет эти технологии, в первую очередь, в качестве надстройки над действующими АСМО («Сирена», заказы такси, банковские системы), а также в инновационных проектах. Для этого созданы необходимые универсальные блоки распознавания, включающие грамматики, словари и акустические модели: чисел, дат, времени суток, номеров телефонов, адресов, городов и др. Разработаны также конкретные сценарии: для бронирования авиабилетов, заказа такси, управления денежными счетами в банке. Разработанная методология, включающая ситуационное и динамическое управление диалогом, делает его компактным и удобным для пользователя.



Прикладные разработки  
лаборатории № 17

Помимо внедрений речевых интерфейсов в системы массового обслуживания, они могут использоваться и в других отраслях:

- речевое управление роботизированными комплексами;
- интеллектуальный речевой интерфейс для режимов *hands free*;
- ассистирующие системы для медицинского персонала;
- анализ речевых потоков для бизнес-аналитиков и систем безопасности;
- системы обучения на основе применения речевых и мультимедийных технологий, в том числе для людей с нарушением слуха.

**Модели и методы интеллектуализации информационных и сервисных систем на базе использования современных интерфейсных и информационно-телекоммуникационных технологий**

Текущие работы лаборатории связаны с созданием моделей и методов интеллектуализации современных информационных и сервисных систем. Эти работы включают разработку:

- принципов интеллектуализации информационных и сервисных систем с использованием актуальной информации, речи, мультимодальных интерфейсов и мобильных сервисов;

- и применение методов анализа и синтеза сетей на основе новых телекоммуникационных и информационных технологий;
- многоуровневой системы статических и динамических моделей сетей;
- и программную реализацию самосогласованной модели сетевых систем;
- методов и программных средств для определения психологического состояния операторов автоматизированных систем массового обслуживания с целью проверки их профессиональной надёжности на основе волновой модели мозга;
- искусственного нейронного кортекса и его применение в задачах интеллектуального управления, кластеризации, распознавания образов;
- социально ориентированных систем массового обслуживания;
- Интернет-портала «Сурдосервер» как социально значимой системы массового обслуживания;
- интеллектуальных мультимедийных обучающих систем.

Лаборатория выполнила 5 проектов по грантам РФФИ, принимала участие в 15 международных и отечественных научных и отраслевых выставках; её работы неоднократно награждались дипломами и медалями. В лаборатории действует молодёжная научная школа. За последние 10 лет сотрудниками лаборатории опубликовано более 200 научных работ.



**Маис Фархадов и его молодёжная научная школа**

# ЛАБОРАТОРИЯ № 18

## КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ

Лаборатория как самостоятельное подразделение была создана по инициативе директора Института академика В.А. Трапезникова 1 октября 1978 г. на основе группы сотрудников лаб. № 29, которой в то время заведовала д.т.н., профессор Елена Карловна Круг. Руководителем лаборатории до последнего дня своей жизни (11 ноября 2013 г.) был её основатель – доктор технических наук, профессор Евгений Иванович Артамонов.



**Основатель  
и первый зав. лаб. № 18  
Евгений Иванович  
Артамонов**

Теоретическая и практическая деятельность лаборатории связана с разработкой методов проектирования интерактивных систем (ИС), реализованных в виде технических или программных средств. Под интерактивными понимаются системы, взаимодействующие через устройства ввода-вывода с объектом или пользователем в реальном масштабе времени. В интерактивных системах из-за особенностей внешних устройств и систем используется большое разнообразие форматов обрабатываемых данных, в том числе графических, что существенно усложняет выбор структуры ИС.

В начале 70-х гг. Е.И. Артамоновым была разработана общая теория синтеза структур ИС, реализованных в виде технических средств. Основная идея синтеза структур заключалась в создании сетевой модели ИС на основе алгоритма функционирования и возможных взаимосвязей форматов данных с различными реализациями отдельных блоков ИС, а также последующего формального выбора лучшей реализации в виде определения кратчайшего пути на сетевой модели.

На основании теоретических исследований были отобраны перспективные структуры, построены и введены в эксплуатацию несколько типов цифровых регуляторов и создан ряд систем: управления процессом высокоточного смешения бензинов, вычисления параметров подвижных объектов, диспетчерского контроля для испытания сельскохозяйственной техники и др. На структуры таких систем получено больше десятка авторских свидетельств.

Система управления процессом смешения бензинов была внедрена в начале 70-х гг. в г. Грозном: она была первой в СССР цифровой интерактивной системой смешения нефтепродуктов, обеспечивающей смешение на потоке в трубопроводе. Впервые в СССР была изменена технологическая схема процесса смешения бензинов, произошёл переход от последовательного смешения компонентов смеси в ёмкостях к параллельному смешению на потоке в трубопроводе.

С середины 70-х гг. начаты работы по исследованию принципов построения и созданию программно реализованных интерактивных систем, в частности систем автоматизированного проектирования (САПР). В то время в мире при решении задач создания САПР структуры систем представляли собой центральную часть,

реализуемую в форме прикладной программы, которая была связана с подпрограммами графических пакетов (PLOT-10, «Графор», «ФАП-КФ» и др.). При такой структуре для решения новой задачи приходилось систему заново компилировать. В лаборатории был предложен новый подход по структурной организации систем проектирования, похожий на аппаратную реализацию спецпроцессоров, в котором выделялись инвариантная по отношению к решаемым задачам часть систем, включающая средства взаимодействия пользователя с системой и внешними устройствами, и проблемно-ориентированная часть.

Большую роль в осмыслении принципов организации систем проектирования, места компьютерной графики в САПР и обсуждении структур данных и международных стандартов на эти структуры сыграл ежегодный Общесоюзный семинар по компьютерной графике (научный руководитель – Е.И. Артамонов). Два семинара были проведены в г. Ижевске (1979, 1982).

К 1981 г. была разработана идеология построения и создан интерактивный интегрированный программный комплекс «ГРАФИКА-81», включающий подсистемы выпуска конструкторско-технологической документации, моделирования пространственных конструкций, автоматического размещения элементов и трассировки соединений на принципиальных схемах и печатных платах, подготовки управляющей информации для станков с ЧПУ. Комплекс централизованно распространялся через «Центрпрограммсистем», г. Калинин (ныне – Тверь), и внедрён на ряде машиностроительных предприятий.

Разработка систем автоматизированного проектирования является достаточно сложной задачей, отнимает массу времени и требует участия большого количества высококвалифицированных разработчиков. Стоимость программной реализации для некоторых САПР составляет 20–50 тыс. долларов США за одно рабочее место, а затраты только на их продвижение на рынке измеряются миллионами долларов в квартал.

Сложность разработки таких систем в лаб. № 18 усугублялась обилием разных технических средств и операционных систем, на которых последовательно создавался комплекс «ГРАФИКА-81», – от ICL-4-70, ЕС-ЭВМ, М-6000, СМ-1420 до персональных компьютеров.

С 1975 по 1985 г. лаборатория принимала участие в организации работ по САПР сначала в Министерстве приборостроения, затем среди 12 министерств гражданских отраслей машиностроения. С 1985 по 1990 г. лаборатория возглавляла работы по САПР в Комплексной программе научно-технического прогресса стран-членов СЭВ (КПНТП СЭВ). В программе от СССР участвовали 300 организаций и столько же – со стороны стран-членов СЭВ и СФРЮ.

К концу 90-х гг. была сформулирована общая теория формального синтеза структур интерактивных систем, реализованных в виде технических и программных средств. Реализация сетевой модели для синтеза программных ИС потребовала написания программ преобразования и визуализации как широко используемых, так и стандартных форматов данных: DXF, WMF, Gerber, HPGL, PLT, PCB, STEP, VRML и т.п.

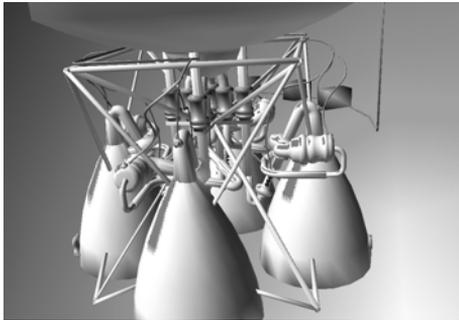
Комплекс «ГРАФИКА-81» использовался для разработки объёмных геометрических моделей всех модулей орбитальной станции «МИР», кинематических моделей «Фермы-3» станции «МИР», а также компьютерных фильмов, созданных на

основе этих моделей. Все разработки применялись при предполётном обучении космонавтов.

В дальнейшем прорабатывались методы объёмного геометрического моделирования, структур и программного обеспечения интерактивных систем на основе средств виртуальной реальности. Так, в 1998 г. был создан тренажёр по аварийному покиданию российских модулей Международной космической станции; с 1999 по 2004 г. – тренажёр для обучения космонавтов развёртыванию ретранслятора на орбитальной станции «МИР» в российско-грузинском эксперименте; объёмная геометрическая модель двигателя «Протон» для моделирования результатов аварии двигателей; подсистема визуализации при испытаниях разгонных блоков и мониторинге окружающей среды при уничтожении химического оружия.



**3D-модель станции «МИР»**



**Модель двигателя Proton GS**

В развитие принципов построения и создания интерактивных систем внесли вклад многие сотрудники лаб. № 18.

К.т.н., с.н.с. А.И. Разумовский занимается разработкой интерактивных систем на основе средств виртуальной реальности, программами преобразования структур данных. Им создана подсистема визуализации при испытаниях разгонных блоков и мониторинге окружающей среды при уничтожении химического оружия.

Л.Н. Сизовой

разработан

интерактивный программный комплекс, предназначенный для проектирования электронных устройств средств связи, создания схемной документации, разработки чертежей, нахождения и отображения кратчайшего пути между какими-либо объектами.

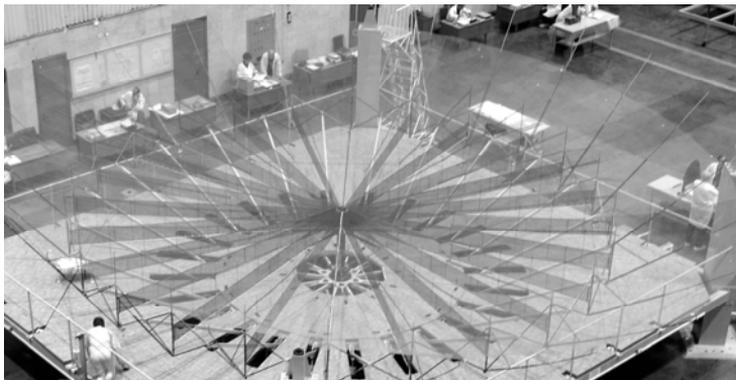
К.т.н., с.н.с. В.А. Ромакиным на основе средств виртуальной реальности созданы объёмная геометрическая модель большого космического рефлектора (БКР) по заказу ФГУП «Энергия» в рамках программы Еврокосмического агентства, система эргономического анализа пультов безопасности АЭС и система моделирования рельефов местности.

Под руководством д.т.н., проф. А.В. Толока развивается направление воксельного графического моделирования, представлены работы в области построения воксельных геометрических моделей,

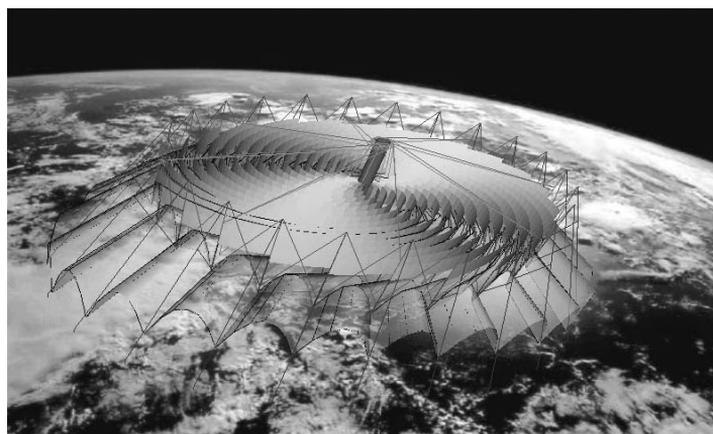


**Зав. лаб. № 18  
Алексей Вячеславович  
Толок**

описанных с применением аппарата R-функций. На основе проводимых исследований в этом направлении разработана система РАНОК, позволяющая строить воксельные графические образы, формирующие объёмную (многомерную) геометрическую модель объекта. Такая модель обеспечивает возможность её качественной визуализации, анализа дифференциальных характеристик и применима для решения оптимизационных задач,



**Сборка физической модели БКР**



**Моделирование процесса раскрытия БКР**

основанных на R-функциональном моделировании поверхности с критическими точками решения. В системе РАНОК реализован градиентный метод на основе графических данных воксельной геометрической модели, который применяется при решении широкого класса оптимизационных задач математического моделирования: математическое программирование, определение объёмов и площадей для тел со сложной аналитически заданной поверхностью, задач решения систем уравнений и многих других задач, основанных на оптимизационных постановках. Одним из перспективных исследований лаборатории в направлении воксельного моделирования является класс инженерных задач твёрдотельного проектирования. Перспективой является переход от сложных расчётов физического состояния тел методом МКЭ к более точным и наглядным решениям на основе воксельных графических отображений.

К.т.н., с.н.с. П.А. Правильщиков в 2004 г. доказал дискретный аналог известной «физической» теоремы Э. Нётер и вывел из неё законы сохранения перебора, которые послужили теоретическим обоснованием гипервычислений с использованием вычислительных устройств с механизмом гипермассового параллелизма. В рамках проекта РФФИ 08-07-00067-а «Теоретическое обоснование и разработка макета процессора-ускорителя на основе механизма гипермассового параллелизма для решения *NP*-полных задач» разработаны новые квантовые *D*-алгоритмы для решения *NP*-полных задач в автоматизированных системах проектирования и, прежде всего, для решения проблемы выполнимости логических уравнений.

Сотрудниками лаборатории разработано программное обеспечение графического редактора для лазерного послойного синтеза изделий из металлических порошков. Синтезированы структуры и разработаны программные средства тренажёра по сборке космических аппаратов в космосе, тренажёра для освоения интервенционных операций диагностики и лечения заболеваний сосудов сердца.

В рамках государственного контракта № 11411.1003704.05.090 разработана программная система автоматизированного проектирования средств автоматики на элементах высокотемпературной струйной техники. Созданы система автоматической сборки машиностроительных конструкций (государственный контракт № 11411.1003704.05.001) и программно-технический комплекс для автоматического изготовления физических моделей этих конструкций из жидких полимеров (государственный контракт № 11411.1003705.05.059). Разработаны базы данных 3D-моделей космических конструкций, элементов струйной техники (совместно с лаб. № 2), сосудов сердца с оптимизацией структур данных этих моделей по сложности программной реализации.

В рамках проекта РФФИ № 09-08-00123-а «Разработка теории магнитной локации и управления движением магнитной капсулы эндоскопа и создание макета измерительно-управляющего комплекса с капсулой» совместно с лаб. № 14 разработаны алгоритмы, математическое и программное обеспечение обработки данных, поступающих в компьютер с АЦП, и визуализации расчётных данных, включая пространственное положение капсулы в исследуемом объекте; проведён сравнительный анализ теоретической векторной 3D-модели траектории движения капсулы эндоскопа с расчётной траекторией, построенной по показаниям датчиков.

В рамках проекта РФФИ № 12-08-00841 совместно с лаб. № 14 разработаны алгоритмы, математическое и программное обеспечение для управления продвижением АМР головки-градиометра в плоттере и обработки сигналов АМР датчиков магнитного поля (устранение наводок от токовых импульсов и шумов, возникающих вследствие малой величины сигнала, и выполнение расчёта сигнала), вычисления характеристик и построения графиков этих сигналов.

Сотрудниками лаборатории опубликовано более 200 научных статей и 7 монографий, проведены 14 ежегодных международных конференций «Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM – 2000–2013)». За последние 5 лет четыре аспиранта защитили кандидатские диссертации.

# ЛАБОРАТОРИЯ № 19

## МНОГОСВЯЗНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

В 1957 г. была создана лаборатория № 19 «Следящие электромагнитные системы», которая в 1962 г. была переименована в Лабораторию теории многосвязных систем. С 1962 по 1991 г. лабораторией руководил лауреат премии им. А.А. Андропова, доктор технических наук, профессор Михаил Владимирович Мееров. С 1991 по 2005 г. лабораторию возглавлял доктор физико-математических наук, профессор Владимир Николаевич Кулибанов. В настоящее время заведующим лабораторией является кандидат технических наук Атлас Валиевич Ахметзянов.

Вначале лаборатория занималась вопросами построения высокоточных систем регулирования. В их основе лежали идеи и методы, разработанные М.В. Мееровым и изложенные в его фундаментальных работах «О системах регулирования, устойчивых при сколь угодно большом коэффициенте усиления», «Системы многосвязного регулирования», а также в ряде монографий и статей. Эти исследования актуальны и поныне. Одновременно велись работы по учёту статистических свойств помех и параметров объекта в системах регулирования. Эту работу возглавлял И.И. Перельман, разработавший теорию операторов прогнозирования выходной реакции объекта регулирования, а также методы их использования в задачах управления. В 1967 г. И.И. Перельман организовал самостоятельную группу № 39. В лаборатории длительное время работал И.Б. Семёнов, впоследствии учёный секретарь Института и зав. лаб. № 52.

С середины 60-х гг. в лаборатории активно развиваются методы построения многосвязных оптимальных систем управления. В этом направлении работал О.И. Ларичев, впоследствии академик РАН. В работах В.Н. Кулибанова получили развитие методы построения замкнутых оптимальных систем управления на основе уравнения Беллмана и использована теория гиперболических уравнений в частных производных первого порядка. Р.Т. Янушевский для оптимизации многосвязных систем привлекал методы функционального анализа. Для задач с фазовыми ограничениями Я.М. Берщанский предложил итеративный метод построения оптимального управления, основанный на идеях А.А. Милютина и А.Я. Дубовицкого.

В 70–80-е гг. активно развивались методы решения линейных задач оптимизации для уравнений в частных производных параболического и



**Основатель  
и первый зав. лаб. № 19  
Михаил Владимирович Мееров**

эллиптического типа (Б.Л. Литвак, М.В. Мееров) и были разработаны эффективные вычислительные алгоритмы. Одновременно было создано семейство эффективных алгоритмов для решения задач оптимизации на конечных множествах (О.Ю. Першин, О.А. Бабич, А.Б. Боронин). В частности, для широкого класса задач оптимального синтеза многокомпонентных сетей и задач размещения объектов с многокомпонентной структурой связей была разработана единая схема декомпозиции на *NP*-сложную и полиномиальную подзадачи. Кроме этого, были:

- (1) исследованы приближённые модели многосвязных систем с неустойчивым соотношением между входом и выходом, (2) выделены новые множества равномерной регуляризации задачи определения сигнала на выходе многосвязного линейного объекта по приближённо известному входному сигналу (А.В. Черепяхин), (3) предложены новые методы решения, более полно учитывающие априорную информацию о свойствах объекта (указанные три направления послужили основой для создания нескольких пакетов вычислительных программ, которые применялись на ряде объектов нефтегазовой промышленности; эти работы многократно отмечались премиями на институтских конкурсах);
- сформулированы и исследованы достаточные условия локальной и глобальной управляемости многосвязных систем, описываемых нелинейными обыкновенными дифференциальными уравнениями (М.Ю. Левит).

В 90-е гг. была разработана универсальная полиномиальной сложности вычислительная схема построения последовательности лучших решений для задач на конечных множествах, например на матроидах, и задач, для которых справедлив принцип оптимальности (О.Ю. Першин). Был выполнен качественный анализ систем управления, описывающих фильтрацию компонентов в пористой среде (А.В. Ахметзянов и В.Н. Кулибанов). Полученные результаты послужили основой для разработки методов и алгоритмов построения систем оптимального динамического управления гидродинамическими процессами при разработке нефтяных месторождений.



**Владимир Николаевич  
Кулибанов**

Одна из традиций лаборатории – активное участие в подготовке научной молодёжи: М.В. Мееров долгие годы заведовал кафедрой «Автоматика и телемеханика» в РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, здесь же преподавал В.Н. Кулибанов, а О.Ю. Першин преподаёт и поныне.

За время существования лаборатории её сотрудниками были защищены 3 докторские и более десятка кандидатских диссертаций. Ими написано несколько монографий и более 300 научных статей и докладов.



**Заведующий  
лабораторией № 19**

**Атлас Валиевич Ахметзянов**

Лаборатория традиционно сотрудничает с крупными российскими нефтегазодобывающими компаниями.

Бывшие сотрудники лаборатории с успехом поддерживают её высокую репутацию в России и за рубежом. О.Ю. Першин – консультант по стратегии развития компании *Honeywell* (по РФ и СНГ), А.Б. Боронин – старший консультант той же компании, М.Л. Литвак заведует лабораторией математического моделирования в *British Petroleum*, Б.С. Вселюбский возглавляет отдел программного обеспечения на Нью-Йоркской фондовой бирже, А.В. Черепахин руководит лабораторией математического моделирования фирмы *Adobe*.

Научная деятельность лаборатории направлена на развитие и обобщение результатов, полученных в 2000-е гг. под руководством В.Н. Кулибанова. В настоящее время ведутся активные фундаментальные исследования проблем моделирования и управления нелинейными динамическими многосвязными системами большой размерности, в частности, проблем моделирования и управления процессами фильтрации газожидкостных смесей (нефть, газ, вода с активными примесями) в неоднородных пористых средах с учётом сжимаемости фильтрующихся жидкостей и газов. Результаты этих исследований подтвердили необходимость разработки новых принципов моделирования и управления процессами в сложных многосвязных системах рассматриваемого класса, учитывающих структурные и физические особенности их пространства состояний и физические свойства движущихся субстанций, а также характер допустимых управляющих воздействий. В частности, показано, что для достижения наибольшей эффективности при решении этих задач целесообразно использование принципов декомпозиции многосеточной конечно-разностной или конечно-элементной аппроксимации пространства состояний в сочетании с различными вариантами расщепления сеточных операторов по физическим процессам и пространственным координатам.

В 2010-х гг. приступили к исследованиям, направленным на разработку дифференциально-геометрических методов решения сингулярных задач моделирования и управления нелинейными, нестационарными многосвязными системами с распределёнными параметрами (во взаимодействии с лаб. № 6).

Дифференциально-геометрические методы направлены на исследование и моделирование особых режимов в рассматриваемых классах многосвязных объектов управления. Обычно особым режимам соответствуют сингулярные решения нелинейной системы уравнений математической физики с сильными или слабыми (контактными) разрывами, на которых должны выполняться вытекающие

из законов сохранения условия Гюгонио–Ренкина. Наличие разрывных решений приводит к проблеме сверхбольшой размерности при построении традиционных конечно-разностных или конечно-элементных схем ( $10^{12}$  и более узлов), поскольку для локализации положения скачка, обеспечения точности и устойчивости численных методов требуется существенное измельчение шага сеточной аппроксимации в пространстве. Применение дифференциально-геометрических методов допускает адаптивное измельчение шага сетки лишь при приближении к поверхности разрыва. Это создает благоприятные условия для существенного уменьшения размерности сеточной аппроксимации, обеспечивающей требуемую точность и устойчивость вычислительных процессов. В результате открываются широкие перспективы расширения области приложений иерархических методов декомпозиции с расщеплением и параллельной реализацией многоуровневых вычислительных алгоритмов на гибридных многопроцессорных и многоядерных вычислительных системах (с использованием интерфейсов MPI, OpenMP, OpenCL, CUDA и др.) для решения задач моделирования и управления нелинейными, нестационарными неизотермическими процессами в наиболее важных многосвязных промышленных объектах с распределёнными параметрами в реальном времени, в частности, для управления:

- нелинейными и неизотермическими процессами многофазной и многокомпонентной фильтрации флюидов (нефти, газа, вытесняющих реагентов и др.) в неоднородных пористых средах резервуаров природных залежей углеводородов;
- нелинейными процессами (теплообмена, теплопроводности, конвекции-диффузии, фазовых превращений и др.) в химической, нефтеперерабатывающей, горнорудной, металлургической и других отраслях промышленности;
- нелинейными, нестационарными процессами распределения потоков в глобальных газотранспортных или электроэнергетических системах (газоснабжения или энергоснабжения) в целом.

# ЛАБОРАТОРИЯ № 20

## МОДУЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

Лаборатория была создана в июле 1961 г. Основателем и бессменным руководителем лаборатории до 1992 г. был заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор Акоп Гаспарович Мамиконов. С 1992 г. лабораторию возглавляет заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор Владимир Васильевич Кульба.

До 1966 г. включительно лаборатория занималась разработкой систем телемеханики и систем сетевого планирования и управления для отраслей народного хозяйства страны.

С 1967 г. и по настоящее время научные интересы лаборатории преимущественно сосредоточены в области создания теоретических, мето-

дологических и прикладных основ разработки и внедрения модульных автоматизированных информационно-управляющих систем (АИУС) широкого класса и назначения, в том числе функционирующих в условиях неопределённости и различных чрезвычайных ситуаций (ЧС). На основе единой методологии и сформулированных признаков модульности и типизации решены теоретические и прикладные проблемы, связанные с формализацией процедур анализа, постановкой задач, моделями и алгоритмами синтеза оптимальных по заданным критериям эффективности структур модульных АИУС общего назначения, диалоговых систем и систем, работающих в режиме «жёсткого» реального времени.

Разработаны теоретические основы информационного управления, представляющего собой целостную стратегию, реализация которой основана на использовании показателей значимости и ценности информации при принятии управленческих решений в процессе достижения поставленных целей. Определены основные характеристики методов, объектов и организационной структуры информационного управления. Разработаны организационные механизмы реа-



**Основатель и  
первый зав. лаб. № 20  
Акоп Гаспарович Мамиконов**



**Заведующий лабораторией № 20  
Владимир Васильевич Кульба**

лизации информационного управления в социально-экономических системах.

Разработаны постановки задач синтеза оптимальных логических и физических структур локальных и сетевых БД и эффективные методы их решения. Это обеспечивает возможность определения оптимального числа и структуры логических записей и структуры связей между ними, формирование оптимальных структур запросов и заданий на корректировки, а также их спецификаций в архитектуре «клиент-сервер», определение оптимальных структур размещения, хранения и обработки записей и файлов БД, а также сетевого каталога во внешней памяти ЭВМ.

В качестве основных критериев синтеза логических структур используются достижение минимумов: суммарного времени загрузки информации в БД и обслуживания заданного множества запросов пользователей; суммарного объёма передаваемой по сети избыточной информации; времени ответа на запросы, поступающие в реальном масштабе времени; суммарной длины путей доступа к искомым информационным элементам и др.

Полученные результаты стали основой создания промышленной технологии автоматизированного проектирования модульных АИУС, ориентированной на комплексное решение задач автоматизации этапов разработки, внедрения, сопровождения и модификации проектов систем управления на базе новейших достижений в области вычислительной техники, максимального использования принципов модульности и типизации. Данная технология обеспечивает минимизацию общей трудоёмкости и длительности разработки информационного и программного обеспечения информационно-управляющих систем; высокое качество и надёжность комплексов программ и их информационного обеспечения; унификацию технологии разработки информационного и программного обеспечения уникальных и типовых АИУС различного назначения.

Применительно к проектированию типовых модульных АИУС разработаны методы: формализации анализа требований к алгоритмам решения заданного множества задач; оценки степени их информационной, процедурной и технологической общности; синтеза оптимальной структуры программного и информационного обеспечения. Использование этих методов позволяет ускорить процесс разработки и отладки программного и информационного обеспечения АИУС в среднем в 1,5–2 раза, сократить общее время и затраты на разработку типовых АИУС в 5–10 раз.

В данной технологии проектирования на основе использования принципов модульности, типизации и клонирования была разработана САПР «Модуль», обеспечивающая резкое повышение качества проектирования АИУС и сокращение времени их разработки. Данная САПР успешно использовалась при разработке и внедрении АИУС в условиях ЧС и в сфере образования. При этом время разработки достаточно простых типовых функциональных подсистем составляет 1–3 дня.

Результаты исследования в области АИУС реального времени позволили заложить теоретические основы, построить модели и предложить методы анализа, синтеза и отладки оптимальных модульных АИУС специального класса объектов – космических аппаратов.

На основе их исследования как специального объекта управления разработаны модели, методы и инструментальные средства создания модульного программного и информационного обеспечения бортового комплекса управления.

Полученные теоретические результаты использовались при разработке и внедрении ряда АСУ, имеющих важное народно-хозяйственное значение: АСУ «Металл», АСУ «Метро», АСУ «Обмен», АСУ «Ресурс», АИУС ЧС Республики Казахстан, системы государственного управления в условиях ЧС в Китае, а также систем специального назначения по заказам Минобороны РФ и РКК «Энергия».

По результатам этих работ профессор А.Г. Мамиконов вместе с другими учёными Института был удостоен Государственной премии СССР, а профессор В.В. Кульба – премии им. академика Б.Н. Петрова Российской академии наук за 2007 г.

Важнейшее место в работах лаборатории занимают проблемы обеспечения информационной безопасности систем организационного управления (СОУ). Исследуются информационная безопасность в системах организационного управления на законодательном и организационном уровнях, информационная безопасность и информационное управление, методы защиты информации от несанкционированного доступа, обеспечение достоверности и сохранности информации.

Цель исследований – разработка новых методов и способов резервирования и защиты информации на различных уровнях её представления, а также методических рекомендаций по обеспечению информационной безопасности, включая рекомендации по защите от агрессивных информационных воздействий на различные структуры общества.

В данном направлении разработаны комплексы формализованных методов и средств обеспечения достоверности и сохранности информации при обработке данных в СОУ. На основе предложенных понятий «механизм контроля и защиты данных» и «стандартная схема обработки данных» разработана методика оценки достоверности для различных структур обработки данных и различных законов возникновения и взаимодействия ошибок.

Подробно рассмотрен широкий круг вопросов резервирования программных модулей и информационных массивов в АИУС как системного метода повышения сохранности данных. Выделены основные стратегии резервирования и приведены результаты анализа их эффективности по различным критериям, а также методы расчёта основных вероятностных, временных и стоимостных характеристик рассмотренных стратегий. Проведён анализ основных факторов разрушения модулей и массивов и даны рекомендации по использованию методов защиты от их воздействия. Поставлены и решены задачи выбора стратегий резервирования и оптимального числа копий и (или) предыстории (дампов) основного массива. Рассмотрены задачи оптимального резервирования программ и массивов данных в системах обработки данных, работающих в реальном масштабе времени.

Важным направлением исследований является создание методов и моделей планирования и управления комплексами мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС). Разработаны методология, аппарат и прикладные методы создания систем и средств организационного управления комплексами таких мероприятий для последствий ЧС, возникающих на объектовом и региональном уровнях. Формализовано понятие сценария развития ЧС и исследованы методы его использования для моделирования процессов развития ЧС и ликвидации их последствий, включая формирование базовых (наиболее вероятных) сценариев развития ЧС на объектовом и региональном уровне, а также выделения их очаговых структур. Использование разработанных методов и моделей,

алгоритмов и программ позволяет повысить оперативность процессов моделирования возможных сценариев развития ЧС, сконцентрировать ресурсы на наиболее опасных направлениях, повысить качество превентивных и оперативных планов противодействия ЧС, что, в свою очередь, существенно снижает общие конечные потери и ущерб от их возникновения и развития. С их использованием были разработаны средства репланирования сельскохозяйственного производства в условиях чрезвычайных ситуаций с использованием аэрокосмической информации.

На базе полученных результатов в лаборатории создано и успешно развивается новое научное направление, связанное с разработкой математических моделей и механизмов управления и функционирования сложных социально-экономических систем (СЭС) на основе сценарного подхода. Принципиальной новизной предлагаемого подхода является возможность прогнозировать поведение СЭС путем формирования спектра сценариев их развития, в том числе наиболее вероятных. Последующий анализ спектра сценариев позволяет оценивать эффективность и согласованность множества управленческих решений, распределённых во времени и пространстве, при выборе и реализации стратегических комплексных программ развития крупномасштабных СЭС, то есть в случаях, когда экспериментирование на реальных объектах практически невозможно, экономически нецелесообразно и опасно в социальном плане.

Разработаны модели и методы выбора оптимального сценария из заданного множества альтернативных сценариев. Поставленная задача сведена к задаче выбора оптимального сценария по векторному критерию оптимизации с учётом пространственных характеристик и свойств формируемых сценариев. Разработан программно-аппаратный комплекс сценарного анализа и прогноза (ПАК САП), позволяющий реализовать методологию сценарного исследования СЭС различного класса и назначения.

Разработанные модели, методы и алгоритмы использовались при решении задач стратегического планирования и управления развитием СЭС различного класса и назначения. Решённые научные и практические задачи послужили основой для создания новых методов и средств стратегического управления развитием региональных социально-экономических систем.

Полученные результаты использованы также в структурах федерального уровня, занимающихся планированием развития социально-экономических и систем специального назначения (Совет безопасности, Министерство обороны, Академия Генштаба, Минсвязи, Фонд социального страхования).

Лаборатория имеет широкие международные научно-технические связи (Венгрия, Сербия, Черногория, Китай, Польша, Франция, Латвия, Казахстан, Украина и др.).

Лаборатория организует всесоюзные и международные конференции по методам синтеза модульных систем обработки данных, автоматизации проектирования систем управления, проблемам управления безопасностью сложных систем и проблемам регионального и муниципального управления. Проведено более 60 конференций, в том числе 21 Международная конференция по проблемам управления безопасностью сложных систем.

Сотрудниками лаборатории опубликовано более 1300 научных трудов, из них свыше 120 монографий и брошюр по научно-методологическим основам создания и внедрения автоматизированных информационно-управляющих систем, безопас-

ности систем организационного управления, управления в условиях ЧС, развития и использования сценарного подхода. Основные монографии: «Методы анализа и синтеза модульных информационно-управляющих систем» (изд-во «Физматлит»); «Теоретические основы проектирования оптимальных структур распределённых баз данных» («СИНТЕГ»); «Оптимизация структур данных в АСУ» («Наука»); «Оптимизация структур распределённых баз данных в АСУ» («Наука»); «Теоретические основы проектирования информационно-управляющих систем космических аппаратов» («Наука»); «Проектирование информационно-управляющих систем долговременных орбитальных станций» («Наука»); «Организационное управление» (Изд-во РГГУ); «Информационная безопасность систем организационного управления. Теоретические основы» («Наука»); «Достоверность и сохранность информации в АСУ» («СИНТЕГ»); «Управление риском: Риск. Устойчивое развитие. Синергетика» («Наука»); «Управление в чрезвычайных ситуациях» (Изд-во РГГУ); «Методы формирования сценариев развития социально-экономических систем» («СИНТЕГ»); «Исследование систем управления» («ПРИОР»); «Создание систем мониторинга реализации федеральных целевых программ» («СИНТЕГ»); «Управление и контроль реализации социально-экономических целевых программ» («ЛИБРОКОМ»); «Математические методы в управлении обязательным социальным страхованием» (Изд-во ЛКИ); «Модели и методы анализа и синтеза сценариев развития социально-экономических систем» («Наука»); «Информационное управление в условиях активного противоборства: модели и методы» («Наука»); «Информационное обеспечение систем организационного управления (теоретические основы)» (в 3 частях; «Наука»); «Информационный менеджмент» (учебное пособие для вузов; «Экономика»); «Модели и методы репланирования сельскохозяйственного производства в условиях чрезвычайных ситуаций с использованием аэрокосмической информации» («Экономика»).

В лаборатории подготовлено более 115 кандидатов и докторов наук. В нынешнем составе лаб. № 20 – 20 сотрудников, среди них три доктора технических наук, один кандидат физико-математических наук, три кандидата технических наук и два кандидата экономических наук.

# ЛАБОРАТОРИЯ № 21 СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

Лаборатория № 21 является преемницей знаменитой в 1950–1970-е гг. лаб. № 13 академика В.С. Пугачёва, созданной в 1956 г. Первым заведующим воссозданной на базе «Тринадцатой» лаб. № 21 был Игорь Иванович Паишев, в 1985–2002 гг. руководивший коллективом сотрудников, которые решали прикладные задачи обнаружения гидроакустических сигналов для МФ страны. В 1985–1993 гг. основные усилия были направлены на создание комплексного программного обеспечения для решения специальных задач гидроакустики в онлайн-режиме, реализуемого на параллельных вычислительных машинах ПС-2000, разрабатывавшихся в то время ИПУ.



**Владимир Семёнович Пугачёв**

После перехода академика В.С. Пугачёва в Институт проблем информатики АН СССР часть сотрудников его лаборатории присоединилась к коллективу существовавшей тогда лаб. № 21, и профиль её работ сместился в сторону теоретических исследований стохастических моделей технических систем управления. Были получены интересные результаты по моделям распространения и приёма гидроакустических сигналов, по обработке изображений, по сжатию изображений с использованием косинус-преобразования и фрактальных методов.

С 2004 г. лаб. № 21 возглавляет д.ф.-м.н. Александр Викторович Добровидов. Были начаты работы по изучению моделей стохастических явлений в условиях неопределённости их статистических свойств. Задачи, в которых априорная информация о структуре изучаемой системы, о распределениях полезных сигналов и помех известна частично или вообще неизвестна, очень востребованы практикой. Создание субоптимальных алгоритмов обработки информации в условиях неопределённости, помимо практической ценности, имеет большое значение и для развития теории. По результатам работ в этом направлении опубликованы три монографии (А.В. Добровидов, 1997, 2004 и 2012 гг.). За последние 5 лет сотрудники лаборатории приняли участие в двух грантах РФФИ.



**Заведующий лабораторией № 21  
Александр Викторович  
Добровидов**

Другим направлением исследований были дисперсионный и регрессионный анализ в схемах стохастического планирования эксперимента, ковариационный анализ статистических связей случайных факторов в системах со свойствами симметрии (Л.П. Сысоев, М.Е. Шайкин, Е.А. Пухальский).

В последние 5 лет проводятся также работы по оптимизации динамических нестационарных многомерных систем в рамках стохастической робастной теории  $H_2/H_\infty$  управления (М.Е. Шайкин).

Возобновлены работы гидроакустической направленности по построению моделей скрытности движения МПО в условиях противодействия средств наблюдения (Л.П. Сысоев, И.М. Рудько, А.В. Добровидов).

В ближней перспективе научные интересы лаборатории будут сосредоточены на дальнейшем развитии прикладной теории стохастических систем управления в условиях параметрической и структурной неопределённости, теории непараметрического оценивания сигналов с ограниченной областью определения и на приложении теоретических результатов к практическим задачам управления в экономике и финансовой сфере.

# ЛАБОРАТОРИЯ № 22

## ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

### УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖУЩИМИСЯ ОБЪЕКТАМИ

Лаборатория создана доктором физико-математических наук, профессором Дмитрием Викторовичем Тюкавкиным в январе 1998 г. Д.В. Тюкавкин был известным математиком в области регулярных колец и внёс большой вклад в становление и развитие лаборатории. Программный продукт, разработанный при его непосредственном участии, предназначен для 3D-визуализации и измерений аэрокосмических снимков при информационном обеспечении задач управления.

С 1 марта 2004 г. лабораторию возглавил доктор технических наук, профессор Александр Иванович Алчинов, специалист в области математического моделирования местности для решения специальных задач.

#### **Основные научные и практические результаты лаборатории**

Разработана система оперативного расчёта и визуализации в реальном времени модели местности по материалам аэрокосмической съёмки. Визуализация производится на основе модели местности, состоящей из подробной цифровой модели рельефа местности с наложенным на неё ортофотопланом, причем детализация и качество получающегося изображения соответствуют качеству исходных данных съёмки, а расчёт модели производится в автоматическом режиме.

Полученная модель местности может применяться для задач навигации и наведения движущегося аппарата, в том числе в автоматическом режиме, для:

- (а) воспроизведения на компьютере пройденного в реальности маршрута;
- (б) выбора маршрута и наведения при визуализации модели местности с использованием модели движущегося аппарата и дальнейшего применения полученных данных в реальности для движущегося аппарата;
- (в) навигации и наведения с помощью сравнения рассчитанной на борту во время движения аппарата модели местности с определённой заранее.

Разработаны алгоритмы интерполирования двумерной функции по набору значений в известных точках на основе двумерного варианта алгоритма фильтра Калмана. Алгоритмы могут быть использованы для расчёта достаточно гладкой, но без потери особенностей поверхности рельефа и обеспечивают улучшенное построение горизонтальных сечений по сравнению с известными ранее методами (кригинг, триангуляция Делоне и др.).



**Основатель и первый зав. лаб. № 22  
Дмитрий Викторович  
Тюкавкин**

Разработаны алгоритмы аппроксимации последовательности точек ломаной типа Имаи и Ири для триангулированной линии и линиями из дуг окружностей методом наименьших квадратов.

Разработаны алгоритмы решения систем нелинейных уравнений блочной фототриангуляции с минимизацией четвёртых и шестых степеней невязок, что повышает робастность по сравнению с традиционными алгоритмами.

Разработаны алгоритмы построения триангуляции Делоне и диаграммы Вороного для набора точек и отрезков за квазилинейное по числу вершин время.

Созданы алгоритмы автоматического построения рельефа по взаимно ориентированным изображениям.

Разработан принципиально новый метод идентификации соответствующих точек двух изображений, использующий оконтуривание по Марру и преобразования типа «растяжения резины». Создан алгоритм повышенной надёжности, позволяющий распознавать и не использовать для основы рельефа малоинформативные участки типа покрытых водой, снегом, ровным песком, на которых отношение сигнал/шум мало и возникающие помехи могут привести к появлению «выбросов» или ложной идентификации поверхности.

Разработан алгоритм автоматического построения областей допустимых деформаций горизонталей для контроля получающихся в процессе редактирования карт горизонталей. Разработан способ полуавтоматической, высоконадёжной и соответствующей картографическим стандартам автоматической расстановки бергштрихов на оригинале рельефа.

Разработаны способы автоматического нанесения надписей горизонталей на оригинале рельефа и назначения положений маркировочных знаков протяжённых линейных объектов.

Разработан способ расстановки точечных объектов с заданными верхней и нижней границами плотности. Принципиальной особенностью всех перечисленных алгоритмов является то, что они могут работать без использования информации о цифровой модели рельефа. Эти алгоритмы применяются при автоматическом построении карт для систем навигации и управления движущимися объектами.

Разработан алгоритм распознавания форм рельефа местности, использующий только горизонтали и не использующий точечные объекты уровня земли, имеющий квазилинейную сложность по числу вершин и используемый для автоматизации редактирования и проверки картографической информации о рельефе. Распознаются, например, вершины и впадины, седловины, орографические линии, несоответствия в системе горизонталей и отметок высот и др.



**Заведующий лабораторией № 22  
Александр Иванович Алчинов**

Разработаны технологии, которые позволяют создавать на карте объекты, соответствующие измерениям, или привязывать измерения к уже существующим объектам (абрису) и трансформировать эти объекты по результатам измерений (как в реальном времени, так и с учётом постобработки на базе фильтров Калмана), получая по приближённому абрису точную карту. При работе в режимах Real Time Kinematic или постобработки достигается высокая точность результатов, позволяющая улучшить управление движущимися объектами.

С использованием кейса специальной конструкции разработана технология одноручной работы с карманным компьютером на ходу.

Синтезированы компьютерные способы формирования изображения частей ломаной линии, лежащих внутри или вне многоугольной области, и границ областей, полученных в результате применения логических операций к двум многоугольным областям на основе нахождения отрезков ломаной линии, лежащих в  $\varepsilon$ -окрестности границы области. Способы обеспечивают повышение надёжности формирования изображений по сравнению с известными способами, не использующими вычислений с неограниченной разрядностью мантиссы.

Разработан способ кодирования по изображениям информации о суперсложных системах, то есть о таких системах, компоненты которых классифицируются по классам, образуя в совокупности сложную систему.

Разработан интерфейс процесса автоматизации кодирования, который обладает функциональностями, соответствующими типам элементов суперсложной системы и позволяющими автоматизировать все или часть операций по кодированию информации об элементах этих типов, и гиперссылочной навигацией, отражающей логические связи общего стандарта между типами элементов системы. Способ обеспечивает повышение достоверности результатов выполнения работ по кодированию изображений и снижение требований к квалификации операторов.

Разработан специальный формат хранения регулярной структуры пространственных данных с поддержкой возможности хранения неограниченного объёма данных, с уровневым хранением данных, с поддержкой быстрого доступа к данным каждого уровня и возможностью хранения данных на область произвольной формы. Разработанный алгоритм позволяет получать информацию в реальном времени независимо от объёма и сложности системы в целом. Оригинальный алгоритм обеспечивает быструю буферную подкачку данных. На основе этих результатов стала возможной разработка новых систем обработки информации для принятия оперативно-тактических решений.

Разработана технология создания многооконного стереоинтерфейса, не требующая специализированных видеоконтроллеров. Устанавливается режим клонирования для видеоконтроллера и создаётся программный интерфейс, использующий первичную и оверлейную поверхности, в которые подаются изображения для разных глаз. Оверлейная поверхность накрывает только стереоскопическую часть экрана, что позволяет не тратить ресурсы на обработку окон других приложений. Работа возможна в синхронном и асинхронном вариантах.

Результаты выполненных исследований нашли практическое применение при создании цифровой фотограмметрической станции «Талка», которая позволяет проводить оперативную обработку материалов аэрокосмической съёмки с последующей её визуализацией в виде трёхмерных моделей местности. На их основе проводятся исследования по оптимизации управления полётами над сложным рельефом местности с использованием цифровых картографических данных.

По функциональным возможностям и оперативности обработки больших объёмов информации цифровая фотограмметрическая станция «Талка» является одним из лучших программных продуктов. Некоторые возможности уникальны. Программа обеспечивает значительную степень автоматизации технологических процессов фотограмметрической обработки и составления карт. ЦФС «Талка» может быть установлена на обычных персональных компьютерах, не требует специального оборудования. Эта цифровая фотограмметрическая станция сертифицирована на соответствие действующим стандартам, она применяется и поддерживается лабораторией.

В развитие ЦФС «Талка» разрабатывается аппаратно-программный комплекс для обработки и отображения трёхмерной информации для расширения функциональных возможностей при технологической поддержке процессов управления.

Разработаны алгоритмы и методы проверки корректности созданной трёхмерной карты в соответствии с требованиями действующих инструкций по созданию карт. Выполняются научно-исследовательские работы по включённой в план Института специальной тематике, а также договорные работы, связанные с реализацией разработанных в лаборатории новых технологий.

Организованы поисковые исследования и разработка новых алгоритмов и методов оперативной обработки аэрокосмической съёмки с визуализацией трёхмерной цифровой информации о рельефе местности и текстуре объектов. Полученные алгоритмы позволяют оперативно обрабатывать и выводить большие объёмы информации и осуществлять анализ этой информации. Используемые алгоритмические решения дают возможность выполнения оперативной обработки аэрокосмических материалов с последующей визуализацией результатов обработки в виде трёхмерных моделей местности, которые представляют огромный интерес при решении задач управления.

В настоящее время в лаборатории ведутся работы по исследованию и разработке методов обеспечения полётов над местностью со сложным рельефом на базе использования оцифрованных картографических данных. Проводимые в лаборатории исследования легли в основу разработки информационных технологий в интересах решения специальных задач.

Сотрудники лаборатории создали уникальные программные продукты, которые в полном объёме и с высоким качеством решают все технологические задачи по обработке аэрокосмических материалов.

В настоящее время ЦФС «Талка», применяется на аэрогеодезических предприятиях и в учреждениях «Роскартографии», «Роснедвижимости». Программные продукты поддерживаются лабораторией. Получен также сертификат Системы менеджмента качества ISO 9001: 2000.

Тематика исследований лаборатории является перспективной, продолжается интенсивное развитие программного продукта «Талка» и, в целом, цифровой фотограмметрической станции. Сотрудники лаборатории реализуют уникальные возможности, заложенные в разработанные ими программные продукты. Новые алгоритмы и технические решения отличаются высокой оперативностью и точностью обработки трёхмерных изображений. Всё это позволяет значительно сократить трудовые и временные затраты при создании карт и планов для информационного обеспечения управления движущимися объектами.

Современное развитие методов аэрокосмической съёмки и получаемые при этом типы фотоматериалов обуславливают значительное расширение возможностей ЦФС «Талка». Именно поэтому особую актуальность обретает разработка новых матема-

тических методов для обработки сканерных изображений, геометрия построения которых в формировании трёхмерных изображений недостаточно изучена. Нерешёнными остаются вопросы создания и отображения трёхмерных изображений в многооконных интерфейсах, которые могут повысить точность и надёжность выполнения фотограмметрических процессов как при создании карт, так и при принятии управленческих решений на основе дополнительной информации о среде функционирования авиационных и морских объектов. С 2013 г. сотрудники лаборатории разрабатывают теоретические основы аппаратно-программного комплекса, позволяющего взглядом управлять масштабом стереомодели, производить её повороты, наклоны, вызывать необходимые окна для рассмотрения и редактирования.

Традиционные стереоскопические системы визуализации 3D-изображений являются полноэкранными, то есть стереоскопическое изображение занимает весь экран дисплея. Здесь явно присутствует диссонанс с общей тенденцией использования многооконных интерфейсов персональных компьютеров, позволяющих совмещать обработку основной информации в активном окне с использованием других окон в качестве источников справочной информации. В качестве первого шага в направлении разработки систем стереоскопической визуализации, способных работать в многооконной среде, разработан способ создания стереоскопического интерфейса пользователя в многооконной среде Windows (патент RU 2380763). Однако существенным ограничением такого интерфейса является то, что из нескольких окон только в одном окне можно создавать стереоскопическое изображение. В ситуациях одновременного слежения за несколькими объектами может возникнуть необходимость создания многооконного интерфейса с несколькими окнами стереоскопической визуализации. Такие системы в настоящее время в мире отсутствуют.

**Разработаны методы и алгоритмы:** компьютерного анализа стереоскопического отображения (3D-видеоотображения, компьютерной 3D-графики), подготовки и отображения стереоскопического контента с учётом пространственного положения наблюдателя в реальном времени и с учётом конфигурации окон для отображения, автоматического компьютерного анализа стереоскопического контента для определения трёхмерных координат глаз наблюдателя, преобразования отображения стереоскопической информации в реальном времени для улучшения восприятия с учётом конфигурации окон, интерактивного взаимодействия пользователя с системой стереоскопической визуализации в реальном времени, передачи и приема стереоскопического изображения (3D-видеоотображения, компьютерной 3D-графики) через телекоммуникационные сети в реальном времени.

В Женеве на Международной выставке изобретений, новых технологий и продуктов 7 апреля 2009 г. (*International Exhibition of Inventions, New Techniques and Products*) технические решения, реализованные в программном продукте «ЦФС-Талка», удостоены одной золотой и двух серебряных медалей, а также дипломов за высокий уровень представленных разработок Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам.

На 6-й Международной выставке изобретений, новой техники и товаров в г. Сучжоу (Китай, 16–19 октября 2008 г.) представленные результаты награждены серебряной и бронзовой медалями.

Во многих добывающих компаниях на данный момент выполняются работы (в том числе и с участием ИПУ) по созданию цифровой картографической основы на территорию деятельности своих предприятий. В рамках этих работ в последние

годы лабораторией выполнены научные исследования по совершенствованию методов и технологий получения геопространственных данных с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Разработана технология обработки этих данных, которая используется при создании и обновлении цифровых топографических карт и планов для Сибирской угольной энергетической компании.

В настоящее время в геодезии, картографии и маркшейдерии всё большее применение находит способ получения геопространственных данных с помощью аэрофотосъёмки с использованием БПЛА (как наименее трудоёмкий и наиболее экономически эффективный). Современные фотограмметрические методы обработки данных АФС и программное обеспечение позволяют достичь точности построения цифровой модели местности, необходимой для решения маркшейдерских задач при разработке разреза.



**БПЛА на старте**

Выполнены работы по внедрению технологии получения топогеодезических данных с помощью АФС, разработана методика выполнения аэрофотосъёмки применительно к условиям угольного разреза, разработаны оптимальные способы создания, хранения и обработки цифровой 3D-модели разреза, методика решения практических расчётных задач с использованием полученных геопространственных данных.

Лабораторией ведутся научные исследования по совершенствованию методов и технологий получения геопространственных данных методами дистанционного зондирования земли по определению состава и полноты геопространственной информации для целей её использования в администрациях муниципальных образований при решении управленческих задач в градостроительной деятельности и землеустройстве поселений.

Сотрудники лаборатории являются постоянными участниками международных и российских конгрессов, форумов, конференций и семинаров. Результаты исследований лаборатории опубликованы в двух монографиях, в более чем 120 статьях, в 18 патентах РФ на изобретения, в докладах на конференциях.

# ЛАБОРАТОРИЯ № 24 СТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ

В 1962 г. в Институте была организована Лаборатория магнитных и магнитно-полупроводниковых устройств систем автоматического управления и вычислительной техники, основателем и руководителем которой со дня её создания до 1991 г. был д.т.н., профессор Морис Аронович Розенблат. В 1991 г. заведующим лабораторией № 24 стал д.т.н., профессор Алексей Антонович Ромащёв. В 2006 г. на должность заведующего лаб. № 24 был избран д.т.н., профессор Игорь Борисович Ядыкин.



**Основатель и первый зав. лаб. № 24  
Морис Аронович Розенблат**

Ещё до создания лаб. № 24 в Институте выполнялись исследования по использованию магнитных свойств различных материалов для построения технических средств автоматики, систем управления и вычислительной техники. Разрабатывались принципы построения, методы расчёта и проектирования магнитных усилителей, модуляторов, высокочувствительных датчиков напряжённости магнитного поля. При разработке комплексов магнитно-полупроводниковых устройств памяти, контроля и управления исследовались методы повышения их точности, надёжности и отказоустойчивости с учётом действующих магнитных помех.

Возрастающие требования к эффективности и надёжности систем математического контроля и управления стимулировали исследования проблем, возникающих при управлении сложными системами. В ходе исследований решались задачи, связанные с разработкой принципов проектирования унифицированных программируемых преобразователей для создания разнообразных типов интеллектуальных измерительных устройств нижнего уровня. Интеллектуализация позволяет резко сократить объём и повысить достоверность информации, поступающей на верхние уровни систем контроля и управления.

Полученные в лаб. № 24 результаты по идентификации и прогнозированию состояния нестационарных нелинейных объектов могут быть использованы также при решении проблем, связанных с анализом состояния и управлением динамическими системами, в том числе экономической природы, со сложной иерархией структур (д.ф.-м.н. В.Г. Клепарский). Вот краткий перечень решённых при этом задач: выделение динамических подсистем или подструктур, оказывающих краткосрочное, среднесрочное и долгосрочное влияние на эволюцию системы в целом; прогнозирование поведения каждой из этих подсистем; выявление закономерностей



**Заведующий лабораторией № 24  
Игорь Борисович Ядыкин**

стей формирования канала аттракции, то есть совокупности траекторий движения, характеризующей эволюцию сложной иерархической системы в целом.

**Начиная с 2007 г. в лаборатории развивается новое направление фундаментальных исследований, связанное с изучением фундаментальных проблем управления в большой электроэнергетике.**

В лаборатории разработаны робастные  $H_2$ -оптимальные алгоритмы настройки регулятора заданной структуры, основанные на использовании в алгоритмах настройки робастной эталонной модели.

**Полученные результаты:** робастная оптимизация сложных ПИД-регуляторов на основе решения задач условной минимизации  $H_2$ -нормы разности передаточных функций замкнутой настраиваемой и эталонной систем при ограниче-

ниях на  $H_\infty$ -норму передаточной функции настраиваемой системы в форме линейных матричных неравенств.

В 2009 г. в лаборатории были начаты работы по исследованию свойств грамианов, которые привели к созданию нового научного направления: мониторинг и управление устойчивостью сложных слабоустойчивых динамических систем. Слабоустойчивыми называют устойчивые системы, в которых некоторые собственные числа матрицы динамики имеют близкую к нулю вещественную часть. К таким системам относятся большие космические конструкции, современные гидравлические системы управления высотных зданий, крупные электроэнергетические системы. В таких системах под влиянием возмущений возникают резонансные явления, выражающиеся в появлении слабодемпфированных низкочастотных колебаний, имеющих тенденцию переходить в расходящиеся колебания. Очевидна энергетическая природа расходящихся колебаний, поэтому возникла идея контроля степени устойчивости, а в дальнейшем и управления устойчивостью резонансных систем путём измерения или вычисления критериев энергии слабоустойчивых мод системы. Новый энергетический подход к анализу устойчивости основан на анализе матричных дифференциальных и алгебраических уравнений Ляпунова, решением которых являются грамианы управляемости и наблюдаемости. Основой метода грамианов стали разработанные в лаборатории новые методы и вычислительные алгоритмы решения матричных дифференциальных уравнений Ляпунова и Сильвестра. Принципиальная новизна предложенных методов связана с применением спектральных разложений грамианов, являющихся решениями указанных уравнений по собственным числам матрицы динамики системы. Это позволило для целей анализа устойчивости отделить составляющие решения, соответствующие слабоустойчивым модам, которые были названы субграмианами. Было доказано, что при приближении слабоустойчивой системы к границе устойчивости грамианов сис-

темы можно оценить суммой субграмианов слабоустойчивых мод. Для режима функционирования системы на границе устойчивости энергия движения асимптотически равна сумме энергий слабоустойчивых мод. Первая энергия определяется нормой Фробениуса полного грамиана, в то время как вторая – суммой норм Фробениуса соответствующих субграмианов слабоустойчивых мод. Таким образом, рост нормы Фробениуса слабоустойчивой моды является индикатором приближения слабоустойчивой системы к границе устойчивости. Метод грамианов был успешно применён для анализа устойчивости нормальных и предаварийных электроэнергетических режимов на этапе *feasibility study*.

Достижения лаборатории в составе общей работы «Управление в интеллектуальных энергетических системах с активно-адаптивными сетями» отмечены дипломом в конкурсе лучших научных работ Института за 2006–2011 гг.

В лаб. № 24 имеется также сектор, руководимый к.т.н. Н.Э. Менгазетдиновым, занимающийся разработкой принципов построения и методов технической реализации средств автоматики нижнего уровня, обеспечивающих измерение, преобразование, первичную обработку и передачу информации на верхние уровни систем контроля и управления. Предложены и исследованы алгоритмы и схемотехнические решения для измерения и преобразования сигналов, основанные на принципах инвариантности и обеспечивающие автоматический выбор диапазона измерения, учёт факторов влияния и индивидуальных характеристик канала измерения, включая характеристики чувствительных элементов. Созданы опытные образцы унифицированного малогабаритного микроконтроллера, предназначенного для встраивания в конструкции интеллектуальных датчиков.

В настоящее время работа ведётся в следующих основных направлениях:

- дальнейшее исследование и разработка математических и методологических основ идентификации, оценивания параметров и прогнозирования состояния нестационарных объектов и процессов;
- исследование и определение классов сочетаний первичных преобразователей и методов измерений, для каждого из которых могут быть сформулированы единые требования к устройствам обработки и преобразования информации с позиций создания унифицированных измерительных микросистем со встроенным «интеллектом».

Важной прикладной работой лаборатории является участие в разработке верхнего блочного уровня АСУ ТП АЭС, которая внедрена на АЭС «Бушер» (Иран) и на отечественных АЭС.

Полученные в лаборатории теоретические и практические результаты используются в различных отраслях народного хозяйства. Особо следует отметить работы в области создания интеллектуальных энергетических систем с активно-адаптивными сетями (ИЭС ААС). Лаборатория принимала участие в разработке концепции ИЭС ААС для ОАО «ФСК ЕЭС» в части принципов построения и архитектуры автоматизированной и мультиагентной систем мониторинга статической устойчивости в реальном времени. Кроме того, лаборатория разрабатывала алгоритмы управления модами электромеханических колебаний в ЕЭС, методы и

модели систем автоматической настройки сложных регуляторов энергетического оборудования.

Успешно завершён и получил высокую оценку руководства Программы FP7 сотрудничества Европейского Союза и России международный проект ICOEUR «Интеллектуальная координация оперативного и противоаварийного управления энергообъединениями Европейского Союза и России» 2008–2012 гг. Результаты исследований по мониторингу статической устойчивости и демпфированию межрайонных колебаний энергосистем вошли в состав рабочих пакетов WP3, WP4 проекта.

Сотрудниками лаборатории за последние 5 лет опубликованы 2 монографии, 8 статей в ведущих рецензируемых российских журналах («ДАН», «АиТ», «Электричество», «Автоматизация в промышленности»), 1 статья в журнале *International Journal of Robust and Nonlinear Control*, 17 докладов опубликованы в трудах международных конференций (IEEE – 10 докладов, IFAC – 6 докладов), 8 докладов – в трудах российских конференций, 3 международных отчета обнародованы на сайте международного проекта ICOEUR.

# ЛАБОРАТОРИЯ № 25

## ТЕОРИИ ВЫБОРА И АНАЛИЗА РЕШЕНИЙ

### им. М.А. Айзермана

Лаборатория была создана в 1962 г. выдающимся учёным, доктором технических наук, профессором Марком Ароновичем Айзерманом (1913–1992), который руководил ею до последнего дня своей жизни. За 40 лет существования лаборатории её сотрудники\* внесли фундаментальный вклад в несколько направлений теории управления. Исследования учёных лаборатории в таких областях, как теория регулирования, теория устойчивости, распознавание образов и анализ данных, теория конечных автоматов, теория многоагентных систем, теория графов, математическая логика, медицинская кибернетика, теория выбора, теория голосований, входят в золотой фонд мировой науки.

Сотрудниками лаборатории написаны 32 монографии, сотни статей по различным областям теории и практики управления. На разработки лаборатории получены авторские свидетельства.

Более 25 лет лаборатория проводит Общественный семинар по проблемам обработки нечисловой информации и экспертным оценкам.

В настоящее время в лаборатории работают 20 человек, из них 3 доктора наук, 9 кандидатов наук. Руководит лабораторией почётный работник науки и техники РФ, доктор технических наук, профессор Фуад Тагиевич Алескеров.

Сотрудники лаборатории преподавали и работали в ведущих мировых научных центрах. В настоящее время многие из них преподают в высших учебных заведениях Москвы – МФТИ, НИУ ВШЭ, РГГУ.

В лаборатории разрабатываются теоретико-графовые модели, адекватно отображающие взаимодействие элементов социальных структур и анализируемые методами теории бинарных отношений, алгебраической теории графов, теории матриц и теории коллективного выбора. Ведутся разработки математических основ теории многоагентных систем. Анализируются взаимовлияние социальных агентов, измерение их влияния при принятии решений, социальная динамика, определяемая коллективными решениями в стохастической среде при разных установках участников (эгоизм, коллективизм, альтруизм и др.). Изучаются социальные сети. К их моделируемым характеристикам относятся центральность, лидерство, влияние,



**Основатель и  
первый зав. лаб. № 25  
Марк Аронович Айзерман**

\* Доктора наук, профессора М.А. Айзерман, Ф.Т. Алескеров, Э.М. Браверман, А.А. Дорофеев, А.В. Малишевский, Е.С. Пятницкий, Л.И. Розоноэр; кандидаты наук Е.А. Андреева, Л.А. Гусев, Н.В. Завалишин, Б.М. Литваков, С.М. Меерков (сегодня – профессор Мичиганского университета в г. Энн-Арбор, США), И.Б. Мучник (сегодня – профессор университета в г. Рочестер, США), И.М. Смирнова, Л.А. Тененбаум, А.Л. Чернявский и многие другие.

автономность элементов, свойства сети в целом (однородность, степень централизации, устойчивость, эффективность, направление эволюции) и т.д. В частности, изучено распределение влияния партий и фракций в Государственной думе РФ за период с 1994 г. для простого и конституционного большинства при различных предположениях о допустимых коалициях. Обобщены индексы степени манипулируемости для известных схем коллективного выбора (при множественном выборе). Построена аксиоматическая теория расширенных предпочтений: гиперотношений, построенных на подмножествах множества альтернатив. Созданы лексикографические, вероятностные модели и модели усреднения рангов и их модификации, предназначенные для построения расширенных предпочтений. Предложены новые модели порогового агрегирования, исследуются их свойства. Предложена новая концепция решения в задаче выбора. Введено понятие устойчивости решения, разрабатываются модели, реализующие это понятие. Исследуется их взаимоотношение с известными концепциями решений. Предложен ряд индексов влияния, учитывающих предпочтения участников выборных органов по вступлению в коалиции. Введены и исследуются функции интенсивности связей между участниками. Предложены алгоритмы вычисления индексов влияния с использованием производящих функций для анализа сообществ большой размерности.

За последнее время в лаборатории разработаны аппаратно-программные комплексы для диагностики и оценки эффективности лечения ряда тяжёлых неврологических заболеваний. Созданные системы позволяют врачу не только диагностировать заболевания на ранних стадиях, но и объективно контролировать различные методы лечения. Другим перспективным направлением работ в области медицинской кибернетики является исследование влияния слабых электромагнитных полей



**Заведующий лабораторией № 25  
Фуад Тагиевич Алескеров**

на организм человека – тема, привлекающая всё большее внимание исследователей. Бурное развитие технологий, связанных с электромагнитным излучением, и широкое внедрение электромагнитной терапии требуют проведения системных исследований для выявления связи между воздействием и физиологическими и энергетическими процессами в организме человека. Бурное развитие сотовой связи, бытовых приборов СВЧ, медицинской аппаратуры, основанной на СВЧ и КВЧ, требует не только всестороннего исследования влияния этих факторов на организм человека, но и создания маркеров, выявляющих индивидуальную чувствительность. Индивидуальный подход особенно важен в экологической физиологии для выделения групп риска, при профотборе. Другим аспектом проблемы является разработка объективных методов оценки воздействия приборов биорезонансной терапии для отработки режимов и тактики их индивидуального применения. Несмотря на постоянно расширяющиеся применения приборов биорезонансной терапии, до сих пор не сложилось определённого профессионального мнения ни о характеристиках сигнала лечебного генератора, ни о местах его приложения. Кроме того, число сеансов воздействия, как правило, не учитывает индивидуальные особенности организма. Получение индивидуальных маркеров даст возможность обьективизировать воздействие этих приборов.

Несмотря на постоянно расширяющиеся применения приборов биорезонансной терапии, до сих пор не сложилось определённого профессионального мнения ни о характеристиках сигнала лечебного генератора, ни о местах его приложения. Кроме того, число сеансов воздействия, как правило, не учитывает индивидуальные особенности организма. Получение индивидуальных маркеров даст возможность обьективизировать воздействие этих приборов.

# ЛАБОРАТОРИЯ № 27 ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ И ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТИ

Лаборатория родилась в 1964 г. в недрах лаб. № 3, руководимой членом-корреспондентом АН СССР Михаилом Александровичем Гавриловым, и первоначально называлась Лабораторией логических машин. Это название связано с пионерскими разработками логического анализатора релейно-контактных схем и ряда образцов программно-управляемых машин для автоматизированной проверки технических объектов (телефонной аппаратуры, электровозов, самолётов, систем управления ракетами и др.). Разработки привлекли всеобщее внимание и активизировали решение задач автоматизации контроля в различных областях народного хозяйства.



**Основатель и  
первый зав. лаб. № 27  
Павел Павлович Пархоменко**

Руководил новой лабораторией кандидат технических наук, ныне член-корреспондент РАН, доктор технических наук, профессор Павел Павлович Пархоменко. В состав лаборатории влились энтузиасты нового направления в технической кибернетике к.т.н. В.В. Карибский, к.т.н. Ю.Л. Томфельд и тогда ещё не доктор и не профессор Е.С. Согомоян. Новизна тематики привлекла в лабораторию многих молодых инженеров.

К интересным теоретическим результатам начального периода жизни лаборатории относится введение в обиход понятия одноконтурного эквивалента многотактной схемы; разработка методов синтеза логических схем из элементов различных базисов (метод замены входных переменных и метод замены выходных функций); получение фундаментальных результатов по состязаниям в логических цепях, по распознаванию классов конечных автоматов.

Лаборатория перевела на русский язык знаменитую монографию А. Гилла «Введение в теорию конечных автоматов», ставшую настольной книгой многих исследователей и побудившую сотрудников лаборатории к написанию фундаментальной монографии «Введение в техническую диагностику» в двух томах.

Техническая диагностика, новая в то время дисциплина, стала тематикой работы и названием лаборатории в конце 60-х гг. В начале 70-х в лаборатории широким фронтом стартовали работы по теории и практике тестового диагностирования комбинационных и последовательностных схем, по тестам поиска неисправностей, встроенным системам контроля и тестирования, автоматизации тестирования, расчётам и оптимизации надёжности. Большинство этих важных для практики проблем было поставлено впервые. Эта тематика сохраняется и сегодня.

Научно-организационная роль лаборатории оказалась весьма значительной. Ежегодные школы-семинары по технической диагностике под руководством П.П. Пархоменко укрепили интерес к этим проблемам, заслужили авторитет и признание среди советских учёных и инженеров, занятых разработкой вычислительной

и управляющей техники. Всего с 1973 г. проведено 18 школ, почти 100 «учеников» защитили кандидатские диссертации, а более 20 стали докторами наук. Проведено шесть Всесоюзных совещаний по технической диагностике и отказоустойчивости, вызвавших интерес представителей ближнего и дальнего зарубежья. Был создан прочный научный фундамент важных технологических знаний по автоматизации проектирования, тестированию, диагностированию, функциональному контролю и отказоустойчивости. И разрушить этот фундамент полностью не удалось даже в перестроечное безвременье.

С 70-х гг. лаборатория стала де-факто играть в стране роль координационно-исследовательского центра по технической диагностике. Сотрудники лаборатории были тесно связаны с практическими разработками многих предприятий страны: НИЦЭВТ, НИИИЦ, НИИПМ, НИИП, НПО «ВЕГА», НИИ «ИМПУЛЬС», КБ «Электроприбор» (г. Харьков) и др. Лаборатория с честью справилась с заданием АН СССР по диагностированию, восстановлению и обслуживанию управляющей и вычислительной техники новой серии импортных рыболовных супертраулеров на стационарных базах и в открытом океане.

С середины 70-х гг. на волне институтских работ по ПС-2000 в тематику лаборатории вошли темы по проектированию отказоустойчивых многопроцессорных управляющих систем. Работы проводились в интересах космоса (КБ «Электроприбор») и перспективных разведывательных летающих лабораторий дальнего обнаружения (НПО «ВЕГА»). Этот круг вопросов остаётся актуальным и поныне.



**Заведующий лабораторией № 27  
Михаил Фёдорович Каравай**

С 1995 г. лабораторию возглавил к.т.н. (в настоящее время – доктор технических наук) Михаил Фёдорович Каравай.

В 2006–2007 гг. лаборатория пополнилась новыми научными кадрами по проблемам надёжности в микроэлектронике (к.т.н. Б.П. Петрухин и его коллеги), специалистами по теории сетей и коммутации (д.т.н., проф. Г.Г. Стецюра, д.т.н. В.С. Подлазов), в 2010 г. в состав лаборатории влилась лаб. № 4, возглавлявшаяся ушедшим из жизни д.т.н., проф. В.В. Игнатущенко, исследовавшая проблемы надёжности выполнения сложных программных комплексов в многопроцессорных системах, и специалистом в новой для лаборатории тематике – разработке модели нейронного кортекса (к.т.н. А.М. Михайлов).

В 2008–2013 гг. лаб. № 27 выполнены и продолжаются **исследования по следующим теоретическим направлениям:**

- исследование и создание высоконадёжных, живучих управляющих информационных систем;
- анализ надёжности и разработка методик расчёта безотказности систем, построенных на современной микроэлектронной базе;
- исследование модели нейронного кортекса для решения задач распознавания, связанных с обработкой очень больших объёмов информации.

В рамках направления по исследованию и созданию высоконадёжных, живучих управляющих информационных систем:

- Была разработана теория отказоустойчивости, базирующаяся на инвариантно-групповом исследовании структур систем. Впервые найден эффективный аналитический подход к проблеме отказоустойчивости, позволяющий синтезировать оптимальные отказоустойчивые системы различной архитектуры. Впервые было понято, что математическим фундаментом отказоустойчивости служат свойства симметрии (группа автоморфизмов) структуры изучаемой системы (М.Ф. Каравай). Решён ряд задач по системному диагностированию и оптимальному размещению ресурсов в многопроцессорных системах с архитектурами гиперкубов и однородных графов (П.П. Пархоменко).
- Теоретические результаты по отказоустойчивости и живучести, полученные в лаборатории в предшествующие годы, позволяют по-новому взглянуть на проектирование «систем в кристалле» (*systems-on-chip*, SoC). Обилие коммутационных и логических ресурсов в кристалле позволяет реализовать разработанные в лаборатории экономичные и эффективные структурные методы отказоустойчивости. Методы основаны на виртуальном представлении схемы, спроектированной в кристалле, как совокупности логических блоков размером от единичного (один или несколько сложных логических блоков, КЛБ) до удвоенного их числа на каждом следующем уровне. Например, 1/128 всей схемы, 1/64 и т.д. до 1/2 схемы. Разработан алгоритм упаковки кристалла для САПР, позволяющий воспользоваться всегда существующей естественной избыточностью в кристалле и отображать отказавший КЛБ на избыточное пространство в кристалле (к.т.н. С.С. Уваров).
- Решён ряд принципиальных проблем по встроенным системам тестового и функционального диагностирования цифровой аппаратуры с декомпозицией системы и проверкой её на предельных рабочих частотах. Результаты позволяют по-новому подходить к синтезу контролепригодных устройств при проектировании систем в кристалле (к.т.н. Г.П. Аксёнова и к.т.н. В.Ф. Халчев). Продолжаются исследования по встроенным механизмам самовосстановления

систем с избыточными структурно-функциональными ресурсами. Для систем в кристалле такие механизмы исследуются на основе причинно-ориентированного подхода к учёту повреждающих факторов по аналогии с принципами выживания во враждебном окружении (неблагоприятной среде) биологических организмов, симбиозов, высокоорганизованных сообществ и разумной части человечества (Е.А. Адоян, к.т.н. Ю.Л. Томфельд).

- Проводятся исследования по разработке новых подходов к организации надёжных (достоверных) числовых вычислений. Предполагается, что в основе должен лежать новый стандарт, требующий проведения одновременно с вычислениями оценки достоверности получаемых результатов. Подобный подход должен резко уменьшить возможность непрогнозируемого получения некорректных результатов при работе высоконадёжных систем (С.И. Уваров).
- Значительные усилия направлены в настоящее время на решение принципиально важных проблем коммутационных сетей (П.П. Пархоменко, М.Ф. Каравай, В.С. Подлазов). Предыдущие исследования инвариантно-групповых свойств структур систем показали, что из произвольной структуры редко удаётся получить отказоустойчивую структуру приемлемой избыточности, даже если это решение минимальное. Чтобы выйти из, казалось бы, непреодолимых рамок, было предложено отображать исходную структуру в структуру полного графа. При выборе и проектировании средств коммутации анализу подвергаются вопросы *производительности* систем коммутации, их *ёмкости*, *сложности* реализации, *масштабируемости*, *отказоустойчивости*, *возможности работы в гетерогенной среде*, *простоты управления*, *бесконфликтности*, допустимых *частотных диапазонов*, *помехоустойчивости*, преемственности предыдущих решений и др. Однако выбор полного графа (или кросс-бара) в качестве среды, на которую отображают исходный граф, к сожалению, неприемлем из-за сложности. В то же время остальные из перечисленных характеристик полного графа весьма привлекательны для проектируемых систем.
- В лаборатории проводятся исследования по проектированию новых коммутационных структур для микроэлектроники и вычислительной техники. Цель работы – построение математической конструкции, которая помогла бы дать ясный ответ на все рассмотренные выше вопросы, включая проблему сложности полных графов. Обнаружено, что малоизвестная в инженерно-технических кругах математическая комбинаторная конструкция *«симметричная уравновешенная блок-схема»* содержит большие возможности в создании сетевых средств коммутации для высокопроизводительных отказоустойчивых, в том числе неоднородных управляющих и вычислительных систем. У блок-схем есть графовый эквивалент – двудольный граф.

При надлежащей интерпретации, блок-схемы можно рассматривать как квазиполные коммутационные структуры-графы, вершины которых соедине-

ны не по принципу «точка-точка», а через достаточно простой переключатель, практически не вносящий дополнительной задержки при прохождении сигналов. При этом число каналов связи и портов  $n$ -узловой сети уменьшается пропорционально в  $\sqrt{n}$  раз по сравнению с полным графом. В этом основное их преимущество перед коммутационными структурами, моделируемыми полными графами.

Впервые было замечено, что *двудольные графы* (bipartite graphs), уравновешенные блок-схемы (block-designs) и коммутационные сети – не разрозненные понятия, а «родные братья». Это оказалось самым важным, поскольку дало в руки исследователей сильный математический инструмент и позволило сформулировать задачу проектирования *высокопроизводительных отказоустойчивых* сетевых систем коммутации. Также пришло понимание того, что эти исследования могут сделать прорыв в технологической области создания сверхбольших интегральных схем типа ПЛИС или SoC, поскольку на порядки снижается число необходимых соединений в коммутационной сети.

Предлагаемая топология, по существу, представляет собой двухкаскадный коммутатор, который оказывается «почти» полным графом: для практических применений его можно рассматривать как полный граф. Мы назвали его «квазиполным графом».

Почему квазиполный граф представляет такой интерес? В основном потому, что обладает всеми положительными характеристиками полного графа, значительно проще и, что очень важно, в него можно отобразить любую топологию – это бесценное свойство для производительности и отказоустойчивости. Достаточная для практических результатов работа уже проделана. Ясно, как проектировать кластеры, насчитывающие до 1500 абонентов. Ясно, как каскадировать эти сети, строить их комбинации, насчитывающие десятки тысяч абонентов.

- Ещё одно направление исследований связано с работами Г.Г. Стецюры по совмещению вычислений и обмена данными в каналах передачи данных. Над данными в процессе их побитной передачи по каналу группа объединённых каналом узлов выполняет распределённые вычисления (логические, арифметические: сложение, вычитание, умножение, операции *max* и *min*). Перемещающийся по каналу пакет с данными после выхода из последнего узла группы содержит результат групповой операции. Область применений подхода довольно обширна: это ускорение коллективных операций в ЭВМ (не менее чем в  $\log n$  раз при  $n$  процессорах на таких задачах, как вычисление значения полиномов, свёртка, дискретное преобразование Фурье, сортировка); сокращение активной площади кристалла, отводимой под операции обмена данными; быстрое обнаружение и устранение неисправных компонент и др.

Приведённые подходы разрабатываются как методы поддержки автономности систем управления жёсткого реального времени. Под автономностью

понимается наличие в системе развитых средств самоуправления: конфигурируемости, оптимизации, самовосстановления и самозащиты от враждебного вмешательства.

- В 2009–2013 гг. под руководством Б.П. Петрухина в лаборатории проводился сравнительный анализ различных методик расчёта безотказности интегральных схем по результатам их испытаний различными фирмами и по различным методологиям для разработки модели прогнозирования показателей безотказности современных КМДП ИС.

Сегодня в мире основными элементами цифровой техники являются интегральные полевые микросхемы (КМДП ИС). Это и программируемые массивы логических элементов, микропроцессоры, различные элементы памяти и т.п. Основные производители больших и сверхбольших КМДП ИС – фирмы *Altera*, *Xilinx*, *Atmel* и др. В соответствии со стандартом ISO 9000 все изготовители обязаны подтверждать качество своей продукции, в частности показатели надёжности.

Указанные элементы относятся к классу высоконадёжных изделий, у которых показатели безотказности очень высоки, в частности, интенсивность отказов составляет один отказ на сто млн. приборочасов и менее. Поэтому для подтверждения таких показателей нужно проводить контрольные испытания в форсированных режимах и условиях, хотя изготовители предупреждают, что пользоваться значениями интенсивности отказов, полученными при контрольных испытаниях, для оценки надёжности изделий, в которые входят эти элементы, не рекомендуется. Однако достоверную информацию об отказах в процессе эксплуатации получить практически не реально. Поэтому цель данной работы состояла в оценке возможности использования результатов контрольных испытаний, проводящихся фирмами *Altera* и *Xilinx* в течение последних пяти и более лет и посему имеющих существенную эквивалентную наработку. При этом проводился критический анализ видов отказов, учитывались механизм отказа и влияние на него различных внешних факторов. Американский военный стандарт MIL-217 + F.2 даёт более пессимистическую оценку, чем французский UTC (CNET93). Анализ показывает, что расчётная интенсивность отказов, получаемая по обеим методикам, как правило, выше, чем при испытаниях. Анализ результатов испытаний показывает, что интенсивности отказов ПЛИС практически не зависят от характерного размера и степени интеграции.

- В 2006 г. под руководством А.М. Михайлова начаты и продолжены до настоящего времени исследования по новой для лаборатории тематике, относящейся к классу задач искусственного интеллекта. Это задачи по исследованию модели нейронного кортекса, которые предназначены для моделирования задач распознавания, связанных с обработкой очень больших объёмов информа-

ции так, как это делает кортекс головного мозга. Прежде всего, это поиск информации и кодирование места доступа к ней.

- Сотрудники лаборатории (М.Ф. Каравай) активно вовлечены в работы МОКБ «МАРС» и ФГУП ЦНИИмаш по проектированию и производству новейших отказоустойчивых управляющих и вычислительных систем для разгонных блоков и малых спутников широкого назначения. Многолетний опыт лаборатории по созданию диагностического обеспечения, по возможности, передаётся в последние разработки МОКБ «МАРС». Совместно с МОКБ «МАРС» получен патент РФ на новую архитектуру отказоустойчивой памяти для работы в условиях усиленного ионизирующего излучения. Память «выдерживает», то есть парирует, до нескольких сотен устойчивых отказов, которые раньше считались невозможными. При этом заметных потерь в производительности нет. Ещё одно направление совместной деятельности – создание двугранных (двухканальных) отказоустойчивых систем с характеристиками, близкими к характеристикам современных четырёх- и трёхгранных систем. Двугранные системы предназначены для оснащения ими разгонных блоков, малых спутников, летательных аппаратов, производимых ФГУП «РАДУГА». Управляющие бортовые ЭВМ проектируются на базе отечественных «систем-в-кристалле», производимых фирмой «Элвис» в г. Зеленограде.
- Продолжается инициативная совместная работа с кафедрой акустики физического факультета МГУ (д.ф.-м.н., проф. В.А. Буров и его коллеги) по созданию ультразвукового медицинского томографа для ранней диагностики рака молочной железы у женщин. В этой работе лаборатория ответственна за разработку программного обеспечения томографа, уникальную ультразвуковую поворотную антенну и систему управления антенной (член-корреспондент РАН П.П. Пархоменко, д.т.н. М.Ф. Каравай, ведущий программист – О.И. Лапшёнкина, ведущий конструктор – Б.А. Фалеев). К сожалению, основные препятствия в работе были связаны с развалом пьезокерамической промышленности России в 90-е гг., не преодоленным до сих пор. А качественные пьезоизлучатели – ключевой элемент томографа. Их отсутствие сдерживает продвижение вперёд. Тем не менее последние результаты 2013 г. позволяют надеяться на скорое завершение этой сложнейшей проблемы создания отечественного ультразвукового маммографа. Выполнение этой задачи позволило бы охватить сравнительно недорогой и безопасной ранней диспансеризацией практически всех женщин страны.

# ЛАБОРАТОРИЯ № 29

## СИСТЕМНОЙ ИНТЕГРАЦИИ СРЕДСТВ УПРАВЛЕНИЯ



**Основатель и  
первый зав. лаб. № 29  
Елена Карловна Круг**

Лаборатория была создана в 1964 г. для разработки методологии проектирования систем прямого цифрового управления. Со дня образования до 1991 г. включительно лабораторию возглавляла заслуженный деятель науки, доктор технических наук, профессор Елена Карловна Круг.

В составе лаборатории – 13 сотрудников, из них 1 доктор и 3 кандидата технических наук. За это время больше полутора десятка аспирантов успешно защитили диссертации, из них 8 сотрудников лаборатории получили степень кандидата технических наук, а 2 – доктора технических наук. Сотрудниками опубликовано 6 монографий, более 270 научных статей, получено 15 авторских заявок на изобретения.

С 1991 г. лабораторией руководит кандидат технических наук Юрий Сергеевич Легович.

В конце 60-х гг. лаборатория принимала участие в проекте, возглавляемом д.т.н. Б.Я. Коганом, по разработке первого в СССР аналого-цифрового вычислительного комплекса, явившегося основой Универсального моделирующего комплекса (УМК) на ММЗ им. С.В. Ильюшина. Комплекс предназначался для отработки ручной системы управления самолётом Ил-62. Первый контакт с авиационной промышленностью на много лет определил направление исследований: разработка теории, методов и средств автоматизации научного эксперимента. Были разработаны и реализованы принципы построения многоуровневых систем управления натурным экспериментом, систем моделирования и идентификации динамических параметров объекта. Работа проводилась совместно с ЦАГИ и ММЗ им. С.В. Ильюшина, МНТК «Надёжность машин» (ИМАШ РАН). В процессе управления и обработки результатов выполненных натурных экспериментов был получен богатый практический опыт, который в дальнейшем реализовали при разработке программных пакетов SAD – сбор, обработка и анализ данных и ЕМР – подбор эмпирических формул. Впоследствии эти пакеты не только использовались во всех проводимых лабораторией работах, но и нашли применение в других научных организациях. Разработанная методика управления, алгоритмы, программы, комплекс технических средств использовались при создании системы автоматизации прочностных испытаний авиационных конструкций на ММЗ им. С.В. Ильюшина. Под научно-методическим руководством ИПУ и при активном участии сотрудников лаборатории созданная система успешно использовалась при проведении статических испытаний на прочность серии самолётов ИЛ-76, -86, -96). К середине

90-х гг. для обеспечения более тесного научно-технического сотрудничества Института с ЦАГИ и ММЗ им. С.В. Ильюшина было принято решение о строительстве на территории ИПУ силами ММЗ здания для межведомственной лаборатории. Завершить проект создания лаборатории не позволила начавшаяся в стране перестройка.

Опыт, полученный лабораторией при разработке УМК, позволил приступить к созданию целой серии разнообразных тренажёров.

В 1990–2002 гг. совместно с лаб. № 5 и кафедрой ОИ ВМФ Академии Генштаба ВС выполнялся комплекс работ по исследованию и разработке теоретических и методологических основ и программного обеспечения (ПО) системы имитационного моделирования вооружённой борьбы противодействующих группировок. В рамках этого направления был создан комплекс имитационного моделирования сложных организационных систем и процессов их функционирования. Помимо ПО для управления процессом моделирования и регистрации результатов лабораторией были разработаны картографический интерфейс, обеспечивающий взаимодействие имитационной системы непосредственно с офицерами высшего звена, стохастическая модель боевого столкновения группировок, расчёт соотношения сил, базы данных боевых соединений.



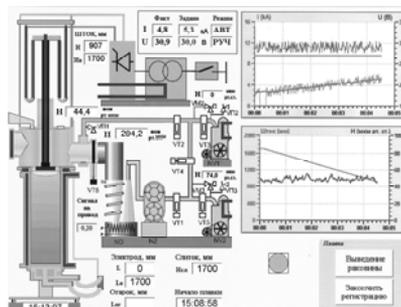
**Заведующий лабораторией № 29  
Юрий Сергеевич Легович**

Использование имитационного моделирования позволило исследовать процессы взаимодействия противоборствующих систем на оперативно-стратегическом и оперативно-тактическом уровнях. Результатом работ стало внедрение оперативно-тактического тренажёра. Разработка такого тренажёра для кафедры ОИ ВМФ Академии Генштаба ВС позволила создать впервые в стране комплексную систему имитационного моделирования вооружённой борьбы противодействующих группировок.

С середины 90-х гг. основным направлением лаборатории становится разработка теоретических и методических основ системной интеграции средств управления. На основе современных подходов к формализации описания технико-экономических свойств основных составляющих систем управления сложными объектами разрабатываются методы автоматизации процесса синтеза систем в соответствии с заданными обобщёнными показателями качества. Проводятся теоретические и практические исследования современного состояния средств автоматизации управления за рубежом.

Первым шагом в направлении проверки эффективности разработанных в лаборатории методик было создание в 1996 г. системы управления промышленной рудотермической электропечью «Кремний» для выплавки кремния на Запорожском алюминиевом комбинате (ЗАЛК). По условиям, заданным ЗАЛК, лаборатории пришлось конкурировать с московским представительством такого известного мирового системного интегратора, как компания *Siemens AG*. В

процессе создания системы основные проблемы были связаны с новизной объекта, жёсткими сроками реализации и очень большими электромагнитными помехами. Такой объект управления, как печь, оказался неустойчивым, что придавало особое значение не только алгоритмам управления, но и надёжности технических средств. Впервые в отечественной практике система прямого цифрового управления была с успехом реализована на основе промышленного компьютера, расположенного в непосредственной близости от печи. Это позволило доверить управление системой непосредственно плавильщику без участия специального оператора. Система эксплуатируется до сих пор в круглосуточном режиме.



**Система управления  
промышленной электропечью**

В дальнейшем был создан ряд автоматизированных систем управления новыми электродуговыми печами:

- Информационно-регистрающая система управления вакуумной дуговой печью ВДУ-52 «Регистр» на Ступинском металлургическом комбинате.
- Система автоматизированного управления вакуумной дуговой печью ДСВ-4, 5Г2И2 «АВАК» на Ступинском металлургическом комбинате.
- Система автоматического управления вакуумной индукционной печью на «Красном выборжце», Санкт-Петербург.
- Система автоматического управления вакуумной дуговой печью на «Красном выборжце», Санкт-Петербург.

Ещё одним направлением деятельности лаборатории стало решение экологических проблем.



**Мобильный лазерный локатор**

Одно из таких решений – разработка методических основ, теории и методов практической реализации лазерного зондирования аэрозольного загрязнения атмосферного воздуха. Работа проводилась при научно-техническом сотрудничестве с Институтом прикладной геофизики (ИПГ), Центральной аэрологической обсерваторией (ЦАО), кафедрой нелинейной оптики МГУ. Методология получения и обработки результатов лазерного зондирования для оценки концентрации и размеров частиц была доведена до практической реализации. Разработанные параметрические методы оценки содержания загрязняющих веществ по спектрометрическим измерениям позволили выполнить большой комплекс работ по оценке уровня загрязнения, источником которого являются промышленные объекты. Был проведён комплекс натурных экспериментов по идентификации параметров модели оценки концентрации и размеров частиц в процессе изучения выбросов из

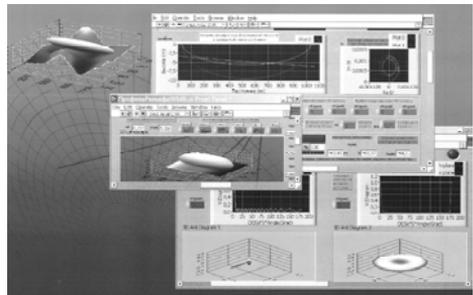
труб промышленных предприятий на Литовской ГРЭС и Прибалтийской ГРЭС в Эстонии.

С 2003 г. лаборатория принимает активное участие в комплексной теме, начатой под руководством И.В. Прангишвили. Это разработка теории и методов построения систем экологического мониторинга объектов повышенной опасности применительно к объектам по уничтожению химического оружия.

В рамках данной темы лаборатория выполнила исследования и разработку структуры, состава комплекса технических средств информационно-аналитического центра системы экологического мониторинга, беспроводной сети сбора информации от территориально распределённых автоматических пунктов контроля, включая каналы сбора и передачи данных. Выработанные решения явились типовыми для всех объектов по уничтожению химического оружия, обеспечили безотказную работу системы в течение всего срока эксплуатации объекта и легли в основу ряда систем:

- Информационно-аналитической системы (ИАС) сбора и обработки данных производственно-экологического мониторинга объекта по уничтожению химического оружия, которая была внедрена в посёлке Горный Саратовской области;
- ИАС сбора и обработки данных производственно-экологического мониторинга объекта по уничтожению химического оружия – в г. Камбарка Удмуртской Республики;
- ИАС сбора и обработки данных производственно-экологического мониторинга объекта по уничтожению химического оружия – в посёлке Марадьково Кировской области;
- ИАС сбора и обработки данных производственно-экологического мониторинга объекта по уничтожению химического оружия – в посёлке Леонидовка Пензенской области.

Были разработаны методы проектирования беспроводных каналов связи технологии *WiFi* повышенной дальности. Несмотря на достаточно широкое распространение технологии *WiFi*, практически отсутствуют системы автоматизации процесса синтеза беспроводных каналов, учитывающие конкретные параметры передающих и принимающих антенн, реального рельефа местности и типа подстилающей поверхности. Именно такая система проектирования была разработана в лаборатории и с успехом использовалась при создании беспроводной сети сбора данных систем экологического мониторинга. Другим важным результатом было создание беспроводной сети передачи данных для мобильных экологических лабораторий.



**Расчёт затухания сигнала в беспроводных системах передачи данных**

Дальнейшее развитие теоретических и практических работ по экологическому мониторингу в лаборатории было направлено на создание алгоритмов и программ для обработки данных наблюдений при решении следующих задач:

- исследование экологического состояния в зоне объекта по уничтожению химического оружия;
- информационная поддержка принятия решений главным и дежурными экологами;
- формирование обобщённой экологической информации и передача её в надзорные органы.

Значительное внимание в лаборатории уделяется разработке моделей физических процессов, позволяющих проводить численные эксперименты в реальном времени. Так, была разработана модель химического промышленного реактора с выделенным объёмом. Проведенные с моделью численные эксперименты были подтверждены результатами, полученными на работающем реакторе, что явилось доказательством адекватности разработанной модели.



**Система информационной поддержки принятия решений главным экологом**



**Моделирование распространения аэрозольного загрязнения**

Разработан комплекс программ, обеспечивающий моделирование и расчёт концентраций атмосферных примесей антропогенного происхождения при заданных внешних условиях на основе решения уравнения атмосферной диффузии. В качестве входной информации при моделировании используются данные, получаемые от наземных метеостанций в реальном масштабе времени, рельеф местности и вид подстилающей поверхности.

В последние годы лаборатория проводит исследования в важных научных направлениях. Среди них:

### **Управление движением группы автономных объектов на плоскости**

Рассматривается задача обеспечения согласованного движения группы автономных объектов (далее – мобильных роботов, МР) на плоскости с обходом препятствий. Согласованное движение группы МР означает, что они двигаются совместно на заданном расстоянии друг от друга к некоторой целевой точке, расположение которой может изменяться во время миссии. При обходе препятствий МР могут расходиться, но затем опять собираются вместе.

Метод решения основан на использовании квазисиловых полей, когда каждый объект характеризуется своим силовым полем и, соответственно, оказывает влияние на соседние объекты.

**Разработка методов реконфигурации систем управления на базе многозначных логик; выявление приоритетов вариантов трансформации системы исходя из множества её целей**

Исследуется задача автоматизации группового управления в сетевых системах. Центральной в этом случае является проблема перераспределения ресурсов на выполнение новой задачи при изменении цели управления. В данном случае системе управления ставится в соответствие решётка целей деятельности (способов функционирования системы), в которой образующими являются элементарные множества правил действий, выполняемых для нормализации одного параметра при аварийной ситуации.

**Интеграция науки и образования**

В настоящее время лаборатория уделяет большое внимание проблеме интеграции науки и образования в совместных исследованиях с ведущими специалистами ведомственных и отраслевых вузов (ВА РВСН им. Петра Великого, ВИ МАИ (НИУ), АГЗ и АГПС МЧС России, НИТУ «МИСиС», РГГУ, МЭСИ, СПбГПУ, ФУ при Правительстве РФ). В частности, под эгидой решения актуальных проблем системной интеграции в «виртуальной лаборатории» осуществляются поисковые изыскания во взаимосвязанных сферах интеллектуализации сложных систем различного назначения, обеспечения информационно-системной безопасности и управления развитием перспективных проблемно-ориентированных систем. Так, одним из результатов взаимодействия с упомянутыми вузами явилось получение на смотре новаций и наукоёмких разработок бронзовой медали Международной ярмарки инноваций SIIF 2012 (Сеул, Южная Корея) – ведущего выставочно-ярмарочного мероприятия в Юго-Восточной Азии, посвящённого изобретениям. В 2013 г. инициативная конкурсная работа удостоена I места на V Международном межотраслевом молодёжном научно-техническом форуме «Молодёжь и будущее авиации и космонавтики» по направлению «Робототехника, интеллектуальные системы и авиационное вооружение». На базе лаборатории регулярно проходят преддипломную практику отобранные на конкурсной основе лучшие студенты и магистранты Московского государственного университета экономики, статистики и информатики и Финансового университета при Правительстве РФ, МИФИ.

# ЛАБОРАТОРИЯ № 30

## ПРОБЛЕМ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ И ПЛАНИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЭК



**Заведующий лабораторией № 30  
Леонид Рафаилович Соркин**

Теоретические и прикладные разработки по автоматизации производства проводятся в Институте проблем управления РАН с начала 60-х гг. в различных отраслях: энергетике, машиностроении, чёрной металлургии, нефтедобыче, нефтепереработке, нефтехимии и др. Разработки для предприятий топливно-энергетического комплекса (ТЭК) всегда занимали особо важное место, что и обусловило создание в 1991 г. проблемно-ориентированной лаборатории № 30 «Проблемы оперативного управления и планирования предприятий ТЭК», которая в течение многих лет занимала лидирующие позиции в этой области. Заведующим лабораторией № 30 с момента её создания является доктор технических наук, профессор Леонид Рафаилович Соркин (в настоящее время являющийся также вице-президентом корпорации *Honeywell*, генеральным директором ЗАО «Хоневелл» и заведующим кафедрой «Техническая кибернетика» МФТИ).

Проводимые исследования и эффективное использование современных информационных технологий позволили создать условия для решения сложных междисциплинарных проблем планирования и управления в нефтегазовом комплексе, обеспечить принципиально более высокий уровень качества текущего и перспективного бизнес-планирования.

В лаборатории работают доктора технических наук А.С. Хохлов, В.М. Дозорцев, Е.Н. Хоботов, Ю.В. Митришкин; кандидаты технических наук Ю.М. Цодиков, Д.В. Кнеллер, Ю.Р. Шишорин и др. Тематика исследований охватывает широкий спектр проблем:

- поддержка принятия решений для непрерывных и дискретно-непрерывных технологических процессов и производств;
- автоматизация сложных технологических объектов;
- моделирование и проектирование средств и систем управления;
- обучение операторов сложных технологических объектов;
- усовершенствованное управление технологическими процессами.

В рамках основных направлений деятельности получены важные теоретические и прикладные результаты, связанные с исследованием и созданием:

- методологии построения компьютерных тренажёров реального времени для обучения персонала химико-технологических производств на базе современных методов математического моделирования и интерактивных вычислительных средств;

- методологии построения комплексных систем оперативного управления производством (MES-систем);
- систем усовершенствованного управления технологическими процессами по экономическим критериям на основе прогнозирующих моделей объекта;
- комплексного подхода к решению задач размещения, переработки и поставок сырья и продукции для интегрированных компаний;
- методологии ведения и анализа процессов финансового планирования в интегрированных компаниях;
- методологии моделирования и оптимизации схем магистрального транспорта нефти;
- оптимизационных моделей смешения бензинов, дистиллятов, мазутов и масел, учитывающих нелинейные эффекты смешения;
- методологии, моделей и методов формирования технологически и финансово согласованных проектов развития предприятий ТЭК.

Полученные результаты успешно внедрялись в процессе выполнения крупных российских и международных проектов в области планирования и управления ТЭК.

Лаборатория активно участвовала в организации и проведении крупных международных конференций по своей тематике исследований. На основе обобщения опыта работ в области автоматизации процессов планирования и управления предприятиями ТЭК разработаны и реализуются учебные курсы, включающие лекционно-семинарские и практические занятия для студентов старших курсов МФТИ и Университета нефти и газа им. И.М. Губкина.

Сотрудниками лаборатории опубликовано более 400 печатных работ, в том числе 16 монографий. Одновременно с организацией лаборатории в 1991 г. её сотрудники совместно с зарубежными коллегами создали СП «Петроком», долгие годы являвшееся ведущим поставщиком специализированного программного обеспечения для решения задач оперативного управления и планирования, а также обучения персонала на предприятиях ТЭК. Клиентами СП «Петроком» были компании «Лукойл», «Роснефть», «Транснефть», «ТНК-ВР», «Сургутнефтегаз», *ABB Lummus Global, UOP, FLUOR, Honeywell* и др.

1 февраля 2005 г. СП «Петроком» было приобретено корпорацией *Honeywell* – признанным мировым лидером в автоматизации. Большая часть (около 50 человек) руководителей и специалистов лаб. № 30 и СП «Петроком» стали сотрудниками ЗАО «Хоневелл» (Россия). Это является мировым признанием достижений лаборатории. В настоящее время небольшой коллектив лаб. № 30 (менее 10 человек) остаётся важной точкой роста кооперации Института с ЗАО «Хоневелл», МФТИ и Университетом нефти и газа им. И.М. Губкина.

Лаб. № 30 – опорная для базовой кафедры МФТИ «Техническая кибернетика», которую совместно курируют ИПУ РАН и ЗАО «Хоневелл». Лаборатория, в сущности, является узлом слияния академической, вузовской и корпоративной науки и образования. Штатные сотрудники лаборатории проводят исследования по моделированию и оптимизации сложных технологических объектов нефтегазового комплекса и ядерной энергетики. В эти исследования, а также в проекты ЗАО «Хоневелл» по автоматизации технологических процессов и производства вовлечены студенты кафедры и аспиранты лаб. № 30. Ведущие специалисты ЗАО «Хоневелл» участвуют в образовательных и публикационных проектах ИПУ РАН и МФТИ. Лаб. № 30 является примером новых организационных форм в науке.

# ЛАБОРАТОРИЯ № 31

## РАСПРЕДЕЛЁННЫХ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ им. И.В. Прангишвили



**Основатель и первый зав. лаб. № 31  
Ивери Варламович Прангишвили**

Лаборатория № 31 была образована в 1964 г. Заведующим был назначен будущий доктор технических наук, академик АН Грузии, профессор Ивери Варламович Прангишвили, который руководил лабораторией с 1964 г. по февраль 2006 г.

Ивери Варламович Прангишвили был крупным учёным в области теории и разработки процессов и систем управления, информатики и вычислительной техники. В 1969 г. он защитил докторскую диссертацию на тему «Принципы построения однородных структур для логических и вычислительных устройств». В 1970 г. его назначают заместителем директора по научной работе Института, а в 1987 г. утверждают в должности директора Института.

И.В. Прангишвили было предложено новое перспективное направление построения элементов и узлов управляющих и вычислительных систем на основе однородных микроэлектронных структур (ОС), функционально настраиваемых на решение проблемно-ориентированных задач.

С 1972 г. началась разработка первой ЭВМ на однородной перестраиваемой среде ПС-300 (совместная разработка ИПУ и ТНИИСА – Тбилисского научно-исследовательского института средств автоматизации Минприбора), процессор которой выполнен на однородной перестраиваемой структуре, позволяющей посредством настройки реализовать широкий спектр операций над данными. Особенностью машинного языка ПС-300 являлись реализация в машине векторных команд обработки данных и использование конвейерной обработки данных (будущий д.т.н. В.Д. Малюгин, к.т.н. А.И. Иванов).

В дальнейшем ЭВМ ПС-300 была расширена до управляющего вычислительного комплекса, серийно выпускаемого НПО «ЭЛВА» (г. Тбилиси). Была выпущена также новая версия УВК ПС-300 Микро (А.И. Иванов), ориентированная на мультипроцессинг ввода-вывода. Опытная эксплуатация УВК ПС-300 Микро была проведена в Одессе в производстве литья под давлением цветных

металлов и сплавов.

Последующее развитие ОС под руководством И.В. Прангишвили (д.т.н. И.Л. Медведев, к.т.н. Ю.С. Затуливетер, к.т.н. Е.А. Фищенко, будущий д.т.н. С.Я. Виленкин) привело к разработке и созданию высокопроизводительных многопроцессорных вычислительных систем с перестраиваемой структурой ПС-2000, проблемно-ориентированных на решение векторно-матричных задач большой размерности. Такие системы необходимы для обработки геофизической информации, изображений в реальном времени, различных данных, поступающих с искусственных спутников Земли, метеорологической, акустической и радиолокационной информации.

С 1981 по 1988 г. НИИУВМ (г. Северодонецк) Министерства приборостроения по совместным с ИПУ РАН разработкам была выпущена заводская серия из 242 вычислительных комплексов ПС-2000.

На базе ПС-2000 был создан промышленный экспедиционный вычислительный комплекс ЭГВК ПС-2000, обеспечивающий углублённую обработку данных сейсмической разведки месторождений нефти и газа (ВНИИ геофизики, В.М. Крейсберг). На базе нескольких комплексов ПС-2000 были созданы высокопроизводительные (до 1 млрд. операций в секунду) системы обработки гидроакустической информации в реальном масштабе времени (будущий д.т.н. И.И. Паишев).

Несколько комплексов ПС-2000 с 1982 по 1997 г. эксплуатировались в Центре управления космическими полётами (ЦУП). На них была реализована система предварительной обработки телеметрической информации в реальном времени.

В развитие архитектурной линии ПС-2000 с 1989 по 1991 г. в рамках проектов ГКНТ СССР проводились исследования возможностей построения многопроцессорных архитектур на одном кристалле СБИС (И.Л. Медведев, Ю.С. Затуливетер, Е.А. Фищенко, В.А. Кротов). Это был первый в мире проект, направленный на СБИС-погружение высокопараллельных архитектур. В связи с опережающим прогрессом технологий массового производства СБИС актуальность предложенных архитектурных и технологических решений в настоящее время только нарастает.

Компьютеры линии ПС-2000 стали примером воссоединения актуальной востребованности опережающих идей и полномасштабного их воплощения с использованием отечественных технологий.

Одновременно (будущий д.т.н. В.В. Игнатушенко) совместно с лаб. № 46 (д.т.н. Э.А. Трахтенгерц) проводилась разработка вычислительных систем, получивших название ПС-3000, со многими потоками команд и многими потоками данных, предназначенных для обработки данных на верхних уровнях иерархии сложных систем управления, требующих высокой производительности. Первые машины были выпущены (НИИУВМ, г. Северодонецк) только во второй половине 1980-х гг. Их доработка и дальнейший выпуск были прекращены в связи с происходившими в стране изменениями.

В середине 90-х гг. атомная промышленность России начала стремительный выход на мировой рынок. Ряд стран (Иран, Индия, Китай и др.) проявили заинтересованность в приобретении отечественных энергоблоков с реакторами на лёгкой воде типа ВВЭР-1000. Возникла потребность в разработках и создании автоматизированных систем управления верхним блочным уровнем (СВБУ) ТП АЭС. В АСУ ТП АЭС должны быть реализованы алгоритмы контроля, управления и диаг-

ностики, система представления параметров безопасности АЭС, система регистрации важных параметров эксплуатации и др., выполнение которых является обязательным в соответствии с требованиями МАГАТЭ.

Создание принципиально новой системы управления верхним блочным уровнем (СВБУ) АЭС было поручено Институту проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. Общее руководство работами вел директор ИПУ РАН И.В. Прангишвили (ответственные исполнители будущие доктора технических наук М.А. Зуенков и А.Г. Полетыкин).

Был разработан математический аппарат, позволяющий создавать программные системы, основанные на логике нечётких множеств, язык программирования АБИС, программы генерации правил по данным моделирования сложных технологических процессов и нечёткие базы знаний для качественного моделирования. Был разработан ряд новых информационных технологий, которые могут применяться в различных областях, включая предприятия ТЭК, химические и другие производства.

По результатам исследований была разработана АСУ ТП АЭС, содержащая интегрирующую часть – вычислительную систему верхнего блочного уровня, которая централизует информационные потоки и предоставляет оперативному персоналу АЭС удобные, надёжные и быстрые средства управления АЭС.



**Блочный пульт управления АЭС с разработанной в Институте СВБУ**

На основе новых информационных технологий контроля, управления и диагностики для АСУ АЭС была разработана система «Оператор», в которую входят: операционная система, SCADA-система, САПР и ряд комплексов программ для разработки, внедрения, обучения и сопровождения сложных распределённых информационно-вычислительных и управляющих систем. Были разработаны и исследованы методы анализа характеристик детерминированных систем с очередью для определения предельных временных характеристик для АСУ ТП АЭС (к.т.н. В.Г. Промыслов).

В последние годы жизни И.В. Прангишвили занимался системным исследованием задач управления, пытаясь выявить системные закономерности в функционировании природных и общественных систем. Им был формализован процесс возникновения конфликтных и кризисных ситуаций в системе управления обществом, изучены способы смягчения их последствий. Была также разработана методика оценки сложности систем управления различной природы, экологизации науки и техногенных систем. Был предложен ряд закономерностей ограничительного характера, учёт которых в

процессе управления повышает эффективность демпфирования конфликтов и минимизирует вероятность возникновения кризисных ситуаций.

С середины 2006 г. заведующим лаб. № 31 стал доктор технических наук Алексей Григорьевич Полетыкин, работавший в лаборатории с 1983 г. В настоящее время в лаборатории трудятся 49 сотрудников, из которых 3 доктора и 13 кандидатов технических наук.

Нынешняя деятельность лаборатории связана с разработкой: новых методов моделирования; средств построения и методов управления функционированием распределённых систем управления; новых структур; сетевых информационных технологий для управления технологическими процессами сложных объектов, включая объекты атомной энергетики, стационарные и подвижные объекты Морфлота и объекты, относящиеся к бортовым комплексам; а также систем мониторинга и регистрации параметров объектов энергетики и окружающей среды.



**Заведующий  
лабораторией № 31  
Алексей Григорьевич  
Полетыкин**

Особое значение придаётся критерию информационной безопасности на всех этапах жизненного цикла создания систем управления объектами АЭС и другими объектами с повышенной опасностью эксплуатации. Оценка информационной безопасности (кибербезопасность) должна начинаться с этапа проектирования объекта системы управления. Требования к защите от кибератак нужно формулировать как защиту функций объекта. При этом должны использоваться все виды защиты и управления объектами: традиционное управление, управление проектно-техническими решениями, эксплуатационно-техническое управление.

Проводимые по такому принципу работы обеспечивают комплексный подход к построению крупномасштабных высокоэффективных управляющих и вычислительных систем, отвечающих высоким требованиям критериев энергоэффективности и кибербезопасности.

Особое внимание уделяется исследованию и разработке концепции, принципов построения, методов и алгоритмов для нового класса высоконадёжных киберустойчивых информационно-управляющих систем на основе когнитивных методов мониторинга угроз (А.Г. Полетыкин).

Большое значение придаётся развитию методологии информационной кибербезопасности цифровых систем управления энергетическими объектами (А.Г. Полетыкин, В.Г. Промыслов).

Введённые понятия, определения и критерии кибербезопасности носят самый общий характер. Однако они могут послужить отличной вехой для выбора направления дальнейших исследований, конечной целью которых станут научно обоснованные методики расчёта кибербезопасности, применимые к различным системам управления.

Научные результаты реализованы в практических разработках и использованы при построении и эксплуатации АСУ АЭС в России и за рубежом (Иран, Индия).

На протяжении значительного времени осуществлялись исследования и разработка оптимальных методов программно-аппаратной реализации корабельных систем управления техническими средствами (А.И. Иванов). К этому циклу относятся работы по функционально-топологическому анализу и синтезу корабельных систем управления, по разработке методов динамической реконфигурации сетей, по созданию отказоустойчивых систем с использованием принципов асимметричного мультипроцессинга.

На основе полученных результатов совместно с кораблестроительными предприятиями была подготовлена концепция, разработаны, изготовлены и испытаны опытные образцы систем мониторинга повышенной стойкости с последующим внедрением на кораблях ВМФ РФ. Система мониторинга затем дополнилась береговым комплексом визуализации результатов поиска и спасения экипажа.

Продолжаются исследования и разработка реконфигурируемых систем управления подводными аппаратами, методов построения и структуры сетевых систем группового управления при учёте жёстких эксплуатационных требований, включающих высокую экономическую эффективность, защищённость от внешних воздействий и угроз.

Таковыми являются работы по созданию малых автономных необитаемых подводных аппаратов (АНПА), расширяющих возможности сил спасения и одновременно обеспечивающих решение задач разведки и защиты от потенциального противника, а также многих задач экологии и гидрографии.

Исходя из требований отказоустойчивости и энергетической эффективности, АНПА имеет специфическую организацию:

- централизованную структуру управления навигацией и сенсорики;
- многоканальную гидроакустическую систему связи и контроля;
- распределённую систему электропитания;
- вычислительные процессы, предназначенные для реализации заданных функций.

Рассмотрена возможность применения внутренних беспроводных каналов связи в АНПА. Все основные блоки связываются между собой по внутренним радиоканалам.

Современные достижения отечественной и зарубежной микроэлектроники и нанотехнологий позволяют существенно повысить уровень «интеллектуальности» используемых компонентов за счёт повышения мощности вычислительных ресурсов и создавать сверхминиатюрные отказоустойчивые устройства, групповое поведение которых в виде «облака умной пыли» открывает принципиально новые пути в науке и технике.

Разработана также концепция построения и реализации измерительно-вычислительных систем регистрации параметров объектов, требующих повышенной безопасности при испытаниях космической аппаратуры в наземных условиях (А.И. Иванов).

Другим направлением стала разработка систем нечёткого управления развивающимися слабо формализуемыми процессами (к.т.н. И.А. Степановская). Была предложена система экспертного наблюдения, использующая формальную модель предметной области. Инструментальные ресурсы системы позволяют организовать мониторинг событий с распределённой системой сбора и хранения информации. Были разработаны процедуры аналитического мониторинга мероприятий, предусмотренных к реализации федеральными целевыми программами (ФЦП), и аналитическая система контроля бюджета ФЦП (Минэкономразвития РФ и Госкомсевер РФ). Мониторинг позволил создавать электронные архивы фактической информации и отыскивать решения задач анализа диспропорций в распределении финансовых средств.

В течение ряда лет проводились работы для ЦНИИМАШ (г. Королёв) по созданию модели планировщика ресурсов для интеллектуализированных бортовых комплексов управления, функционирующего как система гибкого перепланирования расписаний реального времени (И.А. Степановская). Объектом экспертного наблюдения планировщика является корпоративная иерархическая кластерная система исполняемых работ с динамическими приоритетами, определяющая правила взаимного ресурсного обмена.

Проводились разработки по аппаратно-программной поддержке встроенных хранилищ для бортовых комплексов управления (И.А. Степановская). Была предложена концепция управляющего хранилища, рассчитанная на создание системной инженерии проектирования распределённого адаптивного управляющего комплекса с единым виртуальным хранилищем и развитыми средствами метамоделирования данных.

В настоящее время ведётся разработка методологии Cloud Computing для информационного обслуживания управления развитием крупномасштабных систем. Проводятся исследование и разработка технологических принципов Cloud Builders для создания, оптимизации и адаптации процессов информатизации виртуальных центров интересубъектного grid-сетевое управления.

Продемонстрированы преимущества облачных технологий встроенного консолидированного мониторинга (ускорение развёртывания, масштабное хранение данных, открытые совместимые междисциплинарные решения и др.) в прикладной области контроллинга стратегического развития территорий (И.А. Степановская).

Одной из перспективных работ лаборатории является разработка методов и системы управления крупномасштабными системами в глобальных компьютерных средах в математически однородном поле компьютерной информации. Разработаны концепция, методы и принципы построения средств структурно-целостного и функционально полного сетевидного управления на основе исчисления древовидных структур.

Особое значение обретает разработка основ и методов обеспечения кибербезопасности систем распределённых вычислений и сетевидного управления в условиях математически однородного алгоритмического пространства (Ю.С. Затуливетер, Е.А. Фищенко).

Рассматривается метод моделирования крупномасштабных систем на основе понятийного анализа предметной области. Отметим синтез эффективных логических моделей дискретной обработки данных в рамках формально-логического и концептуального подходов (В.С. Выхованец).

В лаборатории также ведутся исследования медико-биологической направленности. Примером могут служить исследования и разработка научных и прикладных аспектов построения информационно-диагностических систем, основанных на дифференцированном анализе и морфометрии многоцветных изображений микрообъектов различной природы (к.т.н. Г.М. Попова, к.т.н. Ю.О. Дружинин, к.т.н. В.Н. Степанов). Создана и получила дальнейшее развитие информационно-диагностическая система «Морфолог-Сеть» для дифференцированного анализа и исследования изображений разнотипных микрообъектов при решении задач микроскопической диагностики. Система «Морфолог-Сеть» является базовым инструментом для биометрического мониторинга в онкологии, гематологии, цитогенетике и т.д.

Организована система мониторинга состояния и процесса лечения больных, включающая системы сбора, группировки и обработки результатов наблюдений. Результаты мониторинга могут быть применены для решения задач диагностики, прогнозирования и управления лечебными процессами. Это позволяет использовать систему в повседневной работе практикующих врачей (Г.М. Попова)

Лаборатория участвует в выполнении грантов РФФИ, целевых программ Российской академии наук. Лаборатория активно участвует в организации и проведении научных семинаров, школ и конференций: в течение ряда лет проводилась организованная лабораторией школа «Многопроцессорные вычислительные системы. Однородные структуры». Лаборатория является одним из организаторов международных конференций «Управление развитием крупномасштабных систем, MLSД», «Параллельные вычисления и задачи управления РАСО», «Технические и программные средства систем управления, измерения и контроля УКИ» и др.

## Практические результаты

Результаты научной деятельности лаборатории были использованы в ОКР и внедрены в различных областях гражданской и оборонной промышленности.

**Автоматическая система телеуправления мишенями:**

**«УВК ПС-300 Микро» на однородных перестраиваемых структурах:**

**ЭГВК ПС-2000:**

**Аналитический мониторинг Федеральных целевых программ (ФЦП) и аналитическая система контроля бюджета ФЦП:**

**Планировщик:**

**Система управления верхним блочным уровнем (СВБУ) АСУ АЭС:**

**Система управления корабельными техническими средствами ВМФ и система мониторинга повышенной стойкости:**

**Измерительно-вычислительный комплекс:**

**Система «Морфолог-Сеть»:**

Изготовлена и установлена на полигонах МО.

Выпущено несколько образцов. Опытная эксплуатация была проведена в г. Одессе в производстве литья под давлением.

Была выпущена заводская серия (242 ВК). Установлены для обработки данных сейсмической разведки месторождений нефти и газа, а также в Центре управления космическими полётами (эксплуатировались с 1982 по 1997 г.).

Система контроля реализации ФЦП и аналитическая система контроля бюджета ФЦП (Минэкономразвития РФ и Госкомсервер РФ).

В 2011 г. сдана в эксплуатацию на АЭС в г. Бушер (Иран). В настоящее время осуществляются контроль и сопровождение системы. Дорабатывался вариант СВБУ АСУ с дополнительными требованиями заказчика для установки на АЭС в Кудан-Куламе (Индия). В настоящее время система находится в опытной эксплуатации. Официальная сдача системы в 2014 г.

Были разработаны и получили применение на объектах ВМФ опытные образцы отдельных узлов системы.

Система мониторинга и регистрации параметров при наземных испытаниях космических объектов. Совместно с ФГУ РНЦРР система «Морфолог-Сеть» внедрена в Медицинском радиологическом научном центре РАМН (г. Обнинск), ФГУП «Российский федеральный ядерный центр»; во Всероссийском научно-исследовательском институте экспериментальной физики (г. Саров).

# ЛАБОРАТОРИЯ № 32

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ



**Основатель и первый зав. лаб. № 32  
Олег Иванович Авен**

Лаборатория образована в марте 1968 г. для разработки научных основ и методов построения автоматизированных систем управления организационными комплексами. Первым её руководителем до последнего дня жизни был доктор технических наук, профессор (впоследствии – член-корреспондент АН СССР) Олег Иванович Авен. С 1992 г. заведующим лабораторией является кандидат технических наук Леонид Ильич Микулич. В коллективе 12 сотрудников, включая 1 доктора технических наук и 6 кандидатов.

С 1968 по 1992 г. лаборатория под руководством О.И. Авена принимала участие в крупных общесоюзных проектах по созданию АСУ «Металл», АСУ «Интурист» и АСУ «Морфлот».

В последующие годы проводились работы по применению оптимизационных методов для решения микроэкономических проблем, связанных с функционированием фирм на рынке в условиях растущей конкуренции. Научную основу этого исследования составляют методы оптимизации функций, обладающих свойством монотонности на полиэдральных множествах, и методы решения игровых задач для двух и трёх лиц на полиэдральных множествах с платёжными функциями, обладающих свойствами монотонности по каждому векторному аргументу (руководитель – д.т.н., проф. А.С. Беленький).

В рамках другой тематики, активно развивавшейся в последние 10 лет, исследовалось применение графодинамики для моделирования и анализа процессов в сложных дискретных системах. Стержневой идеей подхода к решению этой проблемы является представление процессов в системе в виде совокупности трёх взаимодействующих составляющих, отображающих:

- иерархическую структуру целей, определяющих развитие системы;
- множество упорядоченных во времени действий (операций), направленных на достижение целей;
- множество взаимозависимых (а следовательно, и взаимовлияющих) показателей, отображающих выполнение процессов.

Такое концептуальное представление процесса в дискретной системе было названо триадной структурой. Работы направлены на создание научной базы для методов прогнозирования развития и методов среднесрочного и долгосрочного планирования реальных сложных дискретных систем.

В качестве математического аппарата используется формальный аппарат сетей Петри и их расширений, аппарат функций, алгебры логики, новый аппарат импульсных сетей, отображающих переходные процессы в дискретных системах при критических и кризисных ситуациях.

В число решаемых задач входили:

- анализ корректности процессов в дискретных системах (отсутствие «зависаний», не санкционированных повторных запусков операций во время их выполнения и т.д.);
- имитационное моделирование процессов с выявлением «узких мест»;
- идентификация и анализ нештатных, в том числе критических и кризисных ситуаций;
- моделирование путей выхода из них (нормализация процессов);
- моделирование движения потоков в дискретной системе;
- анализ и разрешение конфликтов между субъектами организационной системы, анализ и балансировка процессов исполнения ролей этими субъектами (руководитель – д.т.н., проф. С.А. Юдицкий).

Ещё одно направление было связано с исследованием моделей управления знаниями в корпоративных структурах и научных организациях.

Для этого был выполнен анализ таких моделей и предложена обобщённая модель, относящаяся к классу прескриптивных. Модель организации, одна из функций которой состоит в управлении знаниями, рассматривается как сообщество агентов, часть из которых является интеллектуальными агентами. Связи между агентами устанавливаются так, чтобы всё сообщество следовало заданным целям и эффективно решало задачи организации. Каждый агент имеет собственную целевую установку и решает определённый круг задач, используя при этом свои знания и обмениваясь знаниями с другими агентами. К числу типовых процессов управления знаниями относятся: сбор знаний, организация и структурирование знаний, поддержка актуального уровня и совершенствование знаний, распределение знаний, использование знаний, производство знаний.

Особенность научной организации состоит в том, что она является одновременно и потребителем, и источником научных знаний, то есть её продуктом является научное знание в той или иной форме. Поэтому из всех процессов, осуществляемых в научной организации, наиболее важным является процесс



**Заведующий лабораторией № 32  
Леонид Ильич Микулич**

создания новых знаний, который в науке имеет свои неформальные принципы и методологию. Выделены следующие составляющие системы управления знаниями: руководство, бизнес-процессы, культура, информационные технологии.

Была разработана детальная бизнес-модель научно-исследовательской деятельности. Итогом явилась генерация и модификация понятий в существующей концептуальной системе научных знаний или организация/представление знаний новым способом в новой концептуальной системе, отличной от старой (если возникает конфликт, требующий реструктуризации).

Для того чтобы понятия и отношения в концептуальной системе могли быть сохранены в *базе знаний* научной организации для последующего использования, они должны пройти процесс *кодификации* в виде концептуальных моделей, онтологий и соответствующих артефактов (например, статей и документов).

Разработана многоуровневая модель пространства научных знаний с соответствующими измерениями: исследователь, группа, внутреннее и внешнее сообщество, общество; рациональность и иррациональность; модель потоков знаний и их преобразований; модель процессов знаний. Сформировано ядро онтологий, составляющее концептуальную рамку исследовательской деятельности в научном сообществе. Разрабатываются общие и вычислительные модели доверия и репутации. Одновременно формируется архитектура системы управления знаниями, поддерживающая по возможности все аспекты научной деятельности, на основе упомянутых моделей (модели создания научного знания, распространения научного знания, представления знаний, доверия и репутации).

Предложена распределённая веб-архитектура на базе сервисов, объединённых открытыми форматами данных, открытыми протоколами и открытыми программными интерфейсами. Выявлены группы сервисов (например, поддерживающих научно-исследовательскую деятельность на индивидуальном уровне, поддерживающих научно-исследовательскую деятельность на групповом уровне и др.) и разработаны механизмы их взаимодействия (руководитель – Л.И. Микулич).

В последнее время начаты и активно развиваются исследования по разработке теории и методов интеллектуального анализа информационных процессов в сетевых и мультиагентных структурах.

Интенсивное развитие онлайн-социальных сетей (или социальных медиа) приводит к росту роли информации, скорости её обработки и распространения, увеличению прозрачности и лёгкости коммуникаций. Поэтому актуальной становится задача всестороннего и системного изучения информационно-коммуникационных процессов поведения отдельных индивидов, социальных групп и общества в целом в онлайн-социальных сетях для понимания происходящего, прогнозирования трендов и активного управления процессами. Главной целью проводимых лабораторией в этом направлении исследований является разработка базовых моделей и методик, обеспечивающих получение научно обоснованных подходов к анализу, моделированию, прогнозированию и управлению информационными процессами в онлайн-социальных сетях.

Предлагается следующий подход к исследованию и моделированию системы «социум – социальные медиа» на основе оригинальных математических моделей и

методов, разрабатываемых в последние годы в сотрудничестве с другими лабораториями Института:

- Определение цели и постановка задач исследований.
- Разработка качественных и количественных моделей информационных процессов (совместно с психологами, социологами, политологами, маркетологами и пр.).
- Разработка математических методов и моделей (теория графов, статистический анализ, теория игр и пр.), позволяющих проводить различные методы анализа и получать пригодные для интерпретации результаты.
- Разработка информационных технологий, позволяющих собирать, хранить и обрабатывать данные, генерировать нужные отчёты и обеспечивать поддержку принятия решений.

Творческим коллективом разработаны 3 группы математических моделей:

- **Модели информационных взаимодействий**, которые формализуют зависимость поведения пользователя социальной сети от его информированности.
- **Модели информационного управления**. Зная зависимость поведения пользователя от его информированности, можно поставить задачу информационного управления, то есть определить, какое воздействие должен оказать управляющий субъект на пользователей сети с тем, чтобы добиться требуемого поведения пользователей.
- **Модели информационного противоборства**. Умея решать задачу информационного управления, можно моделировать и прогнозировать взаимодействие нескольких управляющих субъектов, обладающих в общем случае несовпадающими интересами и оказывающих воздействия на одних и тех же пользователей сети.

Для информационно-аналитической поддержки пассивной и активной работы с онлайн-социальными сетями разработана автоматизированная система мониторинга и анализа онлайн-социальных сетей.

Начаты работы по моделированию поведения социальных сетей и мультиагентных структур с использованием языковых игр (руководители – к.т.н. Д.А. Губанов и Л.И. Микулич).

Сотрудники лаборатории регулярно публикуются в ведущих отечественных журналах, участвуют в российских и международных конференциях и семинарах. Один аспирант защитил кандидатскую диссертацию и продолжает обучение в докторантуре.

# ЛАБОРАТОРИЯ № 33 УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ КРУПНОМАСШТАБНЫХ СИСТЕМ



**Заведующий лабораторией № 33  
Анатолий Данилович Цвиркун**

Лаборатория управления развитием крупномасштабных систем была создана в 1980 г. Все эти годы её заведующим является доктор технических наук, профессор Анатолий Данилович Цвиркун.

Основное направление научной деятельности лаборатории – исследование проблем синтеза и управления развитием крупномасштабных систем, базирующееся на широком применении методов математического моделирования и программных средств вычислительной техники.

В лаборатории создано и развивается крупное научное направление, именно здесь заложены методологические основы теории анализа и синтеза структур крупномасштабных систем. Выполнен ряд исследований по проектированию и построению сложных систем, имеющих более приоритетный характер.

В том числе разработаны: агрегативно-декомпозиционный подход к проектированию структур сложных (крупномасштабных) систем; методология построения комплексов взаимосвязанных моделей оптимизации планирования развития и функционирования крупномасштабных социально-экономических и технических систем; итеративные процедуры планирования развития крупномасштабных систем на уровне их макроэкономического описания для исследования магистральных свойств таких систем.

Научные исследования лаборатории реализованы в крупномасштабных системах, имеющих важное народно-хозяйственное значение, что позволило улучшить технико-экономические и тактико-технические характеристики их создания и функционирования.

## **Важные научные результаты**

Разработаны подходы к построению методологии, моделей и методов управления развитием крупномасштабных систем с учётом динамики их развития и функционирования подсистем и элементов.

На основе развиваемого в лаборатории агрегативно-декомпозиционного подхода к построению комплексов взаимосвязанных моделей оптимизации применительно к исследованию механизмов формирования плановых решений в многоуровневой распределённой системе разработаны методологические основы построения комплекса моделей и процедур при решении задач планирования, в

том числе оптимального размещения заказа по производственным элементам совместно с выбором вариантов реконструкции и развития их производственных мощностей; формирования планов рационального ресурсообеспечения с учётом схемы комплектации.

Проведены исследования по разработке теории, моделей и методов формирования программ развития крупномасштабных систем производственно-транспортного типа. Предложены и исследованы стохастические модели планирования развития крупномасштабных систем, позволяющие учесть на этапе формирования программ развития неопределённость в исходной информации.

Специалистами лаборатории исследованы методы формирования программ развития крупномасштабных систем с учетом надёжности и риска, основанные на итеративном взаимодействии оптимизационных и имитационных моделей.

Проведены исследования, связанные с оптимизационными моделями экономической динамики. Полученные результаты позволяют обозначить рамки применимости классической магистральной теории. Теоретические результаты подкреплялись расчётами по динамической стационарной модели межотраслевого баланса. Исследованы модели динамического равновесия.

В настоящее время в лаборатории разрабатываются методология, модели, методы и алгоритмы стратегического планирования и управления с учётом динамики развития и функционирования подсистем и элементов.

Разработан и успешно внедряется в различных отраслях промышленности, бизнес-структурах, малом и среднем бизнесе программный комплекс «ТЭО-ИНВЕСТ» – профессиональная система для финансового анализа и разработки бизнес-планов инвестиционных проектов. «ТЭО-ИНВЕСТ» предназначен для анализа и обоснования инвестиционных проектов, включая оценку эффективности реорганизации и модернизации производства, строительства новых промышленных предприятий и внедрения технологий.

Программный комплекс «ТЭО-ИНВЕСТ» – открытая система, являющаяся платформой для создания специализированных систем компьютерной поддержки принятия решений в рамках сложных финансовых моделей, в том числе для инвестиционных программ, финансово-промышленных групп, холдингов и др.

Специалисты лаборатории совершенствуются в области стратегического управления, технико-экономических исследований, построения компьютерных систем оценки инвестиционных проектов и программ. Они осуществляют подготовку инвестиционных предложений, разработку и экспертизу бизнес-планов инвестиционных проектов и программ с использованием международных методик и компьютерных систем для отечественных и зарубежных пользователей.

Лабораторией проведены работы по технико-экономическим расчётам и синтезу бизнес-планов инвестиционных проектов и программ в следующих областях: строительство крупных городских комплексов, реконструкция и модернизация действующих промышленных предприятий в области добычи и переработки нефти, пищевой промышленности, производства минеральных удобрений, машиностроения и переработки сельскохозяйственной продукции, а также создание ряда новых производств.

Выполнены разработки «концепций развития» и (или) «программ развития» для Министерства путей сообщения, Минэкономики, ОАО «Газпром», ОАО «РЖД» и других организаций и ведомств.

«ТЭО-ИНВЕСТ» используется банками, предприятиями, проектными институтами, консультационными фирмами и аналитическими центрами. В качестве примера можно привести такие организации, как Внешторгбанк, ОАО «Татнефть», «Роснефть», Атомэнергoproject.

В лаборатории разработана консолидирующая программа «ТЭО-ИНВЕСТ Холдинг» на основе программного комплекса «ТЭО-ИНВЕСТ», предназначенная для создания системы финансового управления холдинговой компанией. Она позволяет создавать и анализировать финансовую модель, описывающую деятельность нескольких предприятий, реализующих различные проекты, распределять финансовые ресурсы, необходимые для выполнения проектов, формирует различные группы инвестиционных проектов.

Кроме того, «ТЭО-ИНВЕСТ Холдинг» позволяет: описать несколько инвестиционных проектов; формировать различные группы инвестиционных проектов, исходя из стартового состояния компании; формировать прогнозный финансовый план, учитывая изменения в текущей деятельности компании и реализацию проектов; оценить эффективность каждого из рассматриваемых инвестиционных проектов; оценить эффективность реализации группы проектов (для различных групп проектов); оценить состояния действующего предприятия без учёта и с учётом проектов. Используемые в «ТЭО-ИНВЕСТ Холдинг» методы финансовой оценки соответствуют международным и российским стандартам.

Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов, утвержденные Правительством РФ № ВК477 от 21.06.1999 г., рекомендуют «ТЭО-ИНВЕСТ» как инструмент разработки бизнес-планов инвестиционных проектов.

Разработанные научные основы синтеза и управления развитием структур сложных систем опубликованы в монографиях «Основы синтеза структуры сложных систем» («Наука»), «Моделирование развития крупномасштабных систем» («Экономика»), «Имитационное моделирование в задачах синтеза структуры сложных систем» («Наука»), «Структура многоуровневых и крупномасштабных систем. Синтез и планирование развития» («Наука»), «Анализ инвестиций. Методы и инструментальные средства» («Ось-89»), «Управление развитием крупномасштабных систем» («Физматиздат»).

Лаборатория является организатором Всесоюзного семинара по методам синтеза и планирования развития крупномасштабных систем, а также многих других совещаний и конференций. С 1994 г. в Институте проводится Общомосковский семинар по управлению развитием крупномасштабных систем. В 2003 г. в Институте прошёл научно-практический семинар.

Лаборатория является организатором проведения международной конференции «Управление развитием крупномасштабных систем» (MLSD), которая является продолжением конференций, семинаров и школ, ранее организовывавшихся Институтом с 1979 г.: Звенигород (1979, 1985, 1990), Саратов (1980, 1986, 1989), Ташкент (1981, 1987), Киев (1985), Рига (1986), Харьков (1986), Батуми (1988),

Херсон (1989) и др. Первый семинар состоялся в 1979 г., председателем Программного комитета был академик В.А. Трапезников, последняя конференция состоялась в 1990 г., председателем Программного комитета был И.В. Прангишвили.

Конференция возобновила проведение семинаров и обсуждений по данной проблематике в 2007–2013 гг., она проводится в Институте проблем управления РАН, председатель Программного комитета – директор Института академик С.Н. Васильев.

После значительного перерыва тематика управления развитием крупномасштабных систем вновь становится востребованной. Теперь конференция стала ежегодной и помогает объединять усилия научных сотрудников, занятых проблематикой управления развитием крупномасштабных систем.

Крупномасштабные системы – это класс сложных (больших) систем, характеризующихся комплексным (межотраслевым, межрегиональным) взаимодействием элементов, распределённых на значительной территории, требующих для развития существенных затрат ресурсов и времени.

Типичные примеры крупномасштабных систем: топливно-энергетический комплекс и отдельные его отрасли, транспортные, аграрно-промышленные, территориально-промышленные, региональные и отраслевые системы, холдинги, концерны, финансово-промышленные группы, транснациональные корпорации, распределённые системы передачи и обработки информации и другие комплексы.

В лаборатории получены новые научные результаты, в том числе разработаны многоуровневые схемы оптимизации и процедуры согласования решений для агрегированных и детализированных моделей управления развитием крупномасштабных систем. Рассмотрены также прикладные вопросы оптимизации инвестиционных программ развития производственных систем с использованием программно-инструментальных средств, разработанных лаб. № 33. Для выбора и оптимизации инвестиционных программ развития производственных систем разработан имитационно-оптимизационный подход, который подразумевает построение комплекса взаимосвязанных имитационных, оптимизационных и расчётных моделей.

На базе лаборатории возникли другие самостоятельные подразделения Института. Бывшие сотрудники лаборатории работают сейчас в крупных зарубежных научных центрах США, Канады, Израиля и др.

К настоящему времени сотрудниками лаборатории опубликовано более 700 работ, в том числе 18 монографий.

# ЛАБОРАТОРИЯ № 35

## МЕТОДОВ АВТОМАТИЗАЦИИ

### ПРОИЗВОДСТВА



**Заведующий лабораторией № 35  
Эммануил Львович Ицкович**

Лаборатория была создана 1 января 1969 г. на базе группы сотрудников лаб. № 15, руководимой тогда одним из ведущих специалистов страны в области приборостроения и систем автоматического контроля, профессором, доктором технических наук, лауреатом Государственной премии СССР Дмитрием Ивановичем Агейкиным. Эта группа работала под началом Э.Л. Ицковича, который и стал заведующим вновь образованной лаборатории.

В сборниках, посвящённых 65-летию и 70-летию ИПУ РАН, рассмотрены история лаборатории, основные решаемые на тот момент её сотрудниками научно-технические проблемы и наиболее крупные реализации разработок в практических внедрениях систем автоматизации на предприятиях разных отраслей. Это позволяет, не останавливаясь на работах лаборатории за всё время её су-

ществования, сосредоточиться **на проведённых лабораторией под руководством** доктора технических наук Э.Л. Ицковича **работах за последние пять лет.**

**Научно-исследовательские работы** этих лет, сконцентрированные на решении задач автоматизации, которые в настоящее время наиболее актуальны и достаточно востребованы на предприятиях разных технологических отраслей:

- Разработка методов: обследования текущего уровня автоматизации производства, обоснования концепции рационального развития систем автоматизации, создания конкретных технических требований на перспективные системы автоматизации и на построение MES (интегрированной системы автоматизации производства).
- Методика разработки концепции совершенствования системы технического обслуживания и ремонта основных фондов предприятий технологических отраслей.
- Разработка алгоритмов составления рациональных графиков планово-предупредительных ремонтов оборудования и графиков проведения анализов качества материальных потоков в лабораториях предприятий на базе теории расписаний.

- Разработка методов и алгоритмов текущей и прогнозируемой оценок значений качественных показателей производства на базе измеряемых физических величин производства и редких лабораторных анализов качественных показателей.
- Разработка методических и алгоритмических основ создания компьютерной технологии поддержки принятия решений на основе анализа геолого-маркшейдерской информации на добывающих и обрабатывающих предприятиях, эксплуатирующих открытым способом месторождения твёрдого минерального сырья.
- Участие в разработке технологий построения интегрированных систем управления подвижными объектами и создания для них тренажёрных систем.

**Лаборатория работает по грантам РФФИ:**

- Разработка научных и методических основ построения перспективных систем интеллектуального управления объектами горнодобывающей промышленности – международный грант с Академией наук Вьетнама.
- Разработка алгоритмов контроля и учёта работы производства технологического типа на основе методов статистического анализа.
- Исследование путей повышения безопасности функционирования движущихся объектов с использованием новых подходов к управлению движением и интеллектуальных систем поддержки и принятия решений.

**Апробация и практическое внедрение** разработанных методов и алгоритмов решения задач автоматизации производства за рассматриваемые годы (совместно с другими организациями):

- Консалтинг проектирования систем автоматизации всех уровней для железорудного карьера и горно-обогатительного комбината в провинции Хатинь, Вьетнам.
- Анализ стратегии развития в области АСУ ТП и метрологии на всех предприятиях «Татнефть».
- Сравнительный анализ поставщиков решений в области автоматизации нефтеперерабатывающего производства заводов «Башнефть».
- Обследование существующей системы контроля, учёта и управления работой производства на Новокуйбышевском нефтеперерабатывающем заводе и создание концепции её развития.
- Обследование инфраструктуры и бизнес-процессов оперативного управления производством на Куйбышевском нефтеперерабатывающем заводе и разработка технических требований на построение отдельных компонентов MES.
- Предпроектное обследование на предмет создания автоматизированной системы мониторинга и управления энергоресурсами и разработка технических требований на систему на Комсомольском нефтеперерабатывающем заводе.

- Предпроектное обследование и разработка технических требований на автоматизированную систему мониторинга и управления энергоресурсами на Ангарском заводе полимеров.
- Участие в работах по созданию и внедрению сетевого моделирующего комплекса и программного обеспечения для исследования перспективных систем управления движением подводных объектов.
- Участие в разработке модельного комплекса жидкостных ракетных двигателей с целью предотвращения развития аварийных ситуаций при проведении их огневых и лётных испытаний.

**Преподавание:** В.О. Чинакал читает лекции по пяти курсам в Российском университете дружбы народов (РУДН) и руководит работой четырёх аспирантов; Е.А. Гребенюк читает лекции по трём курсам в Высшей школе экономики (ВШЭ) и руководит работой четырёх аспирантов.

**Печатные труды** сотрудников лаборатории за рассматриваемые годы: 4 монографии, 2 учебных пособия, 1 брошюра и 49 статей.

**Популяризация результатов лаборатории** на международных и российских конференциях и симпозиумах за последние 5 лет: на конференциях прочитано 69 приглашённых, пленарных и секционных докладов.

# ЛАБОРАТОРИЯ № 36

## СРЕДСТВ И МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Лаборатория была образована ещё в те давние времена, когда Институт автоматики и телемеханики «ютился» в доме на Ленинградском проспекте, в здании бывшего ресторана «Спорт». Лаборатория тоже «ютилась»,... но даже не в комнате, а в «трубе», являвшейся переходом между двумя зданиями. Сотрудники сидели в жуткой тесноте, зато рядом с обычными людьми в той же «трубе» работали такие корифеи, как Александр Аронович Фельдбаум, Александр Яковлевич Лернер и Лев Николаевич Фицнер – совершенно разные люди, удачно дополнявшие друг друга.

Александр Яковлевич Лернер был прекрасным организатором и высочайшим профессионалом в области систем автоматического управления. Он замечательно читал лекции в самых разных местах и, в частности, в Институте стали, откуда «вербовал» для работы талантливую молодёжь. По-видимому, его лучшей находкой в этом институте стал Анатолий Григорьевич Бутковский, одарённый и глубокий человек – в будущем специалист мирового уровня по управлению распределёнными системами. Учеником Александра Яковлевича в Институте был также будущий доктор технических наук и профессор Кемер Борисович Норкин, заведующий лабораторией № 36 в настоящее время.



**Лев Николаевич Фицнер**

Лев Николаевич Фицнер был не столько теоретиком, сколько талантливым изобретателем. Он непрерывно выдумывал всякие электронные вычислительные и управляющие устройства. Помнится случай, когда он вместе с молодёжью сотворил особое самодвижущее устройство, которое передвигалось по полу, разыскивая наиболее освещённое место.

Но, конечно, своему становлению лаборатория обязана, прежде всего, Александру Ароновичу Фельдбауму. Именно благодаря широте, глубине и системности его научного творчества лаборатория оказалась способной гибко реагировать на радикальные изменения в стране. Этот замечательный человек оставил о себе добрую память. Его огромное научное наследие служит людям до сих пор. Его аспирантами и учениками были такие сегодня хорошо известные сотрудники Института про-



**Заведующий лабораторией № 36  
Кемер Борисович Норкин**

блем управления, как К.Б. Норкин, А.Б. Шубин, И.В. Тиме, Е.П. Маслов, Э.Е. Гачинский, нынешний академик Академии наук Кыргызстана В.П. Живоглазов и многие другие. Тематика исследований лаборатории А.А. Фельдбаума была связана с теорией оптимальных систем. Впервые здесь были сформулированы постановки задач дуального управления, принципы построения унитарных вычислительных систем. Разрабатывалась теория оптимизации технологических процессов. Ещё не было персональных компьютеров, и основными вычислительными средствами являлись аналоговые вычислительные машины (АВМ). Сотрудники лаборатории могли похвастать знанием прикладной электроники и умением моделировать на АВМ. Создавалась элементная база систем оптимизации. Например, автоматический многоканальный оптимизатор (детище А.Б. Шубина) позволял на основе измерений критерия оптимизации подбирать целенаправленно до 11 параметров объекта управления, добиваясь экстремума выбранного критерия. Другим устройством, необходимым для синтеза систем оптимизации, был настраиваемый функциональный преобразователь, с помощью которого можно было, в частности, формировать оптимальные законы управления. Таким образом, в лаборатории разрабатывался комплекс аппаратуры, позволяющий исследовать и решать множество интересных и важных задач не только на моделях, но и непосредственно на реальных объектах.



**Два Александра –  
Фельдбаум и Шубин – за работой**

В лаборатории проводились также поисковые работы. Так, на основе сетей из аналоговых пороговых элементов (такую сеть называли перцептроном – прообраз будущих нейронных сетей) синтезировались обучаемые распознающие системы.

Вспоминает сотрудник Института Юрий Сагалов: «В небольшой комнате на пятом этаже на Каланчёвке, куда наша лаборатория вскоре переехала, был собран «советский перцептрон». Так сотрудники лаборатории называли между собой довольно громоздкий макет устройства для распознавания букв алфавита. Макет состоял из числа реле, шаговых искателей, операционных усилителей. Во время работы всё это трещало и сверкало контрольными лампочками. На экране задавалась какая-либо буква. Автомат обходил её по контуру и после некоторого времени обучения формировал специфические для этой буквы признаки. В дальнейшем автомат безошибочно классифицировал предъявляемые буквы, которым был ранее обучен».

Следует отметить, что с развитием цифровой вычислительной техники аппаратура, которая тогда была создана, утратила свою прежнюю значимость, но от разработанных в те времена идейных принципов построения систем оптимизации в основе своей отказываться не пришлось. Более того, умение осмысливать поведе-

ние весьма сложных систем, состоящих из, говоря образно, «целеустремлённых автоматов», востребовано до сих пор.

В лаборатории был решён ряд прикладных задач оптимизации.

Система оптимизации углеобогатительных фабрик (ответственный исполнитель Ю.Э. Сагалов) позволяла повысить производительность фабрики за счёт определения оптимальных соотношений степени обогащения угля разного класса крупности. Эта работа была награждена медалью ВДНХ.

Очень интересной и нестандартной была работа по оптимизации продуктивности растений (томатов, огурцов и др.), выращиваемых в теплицах. Была сконструирована специальная камера – фитотрон, в которой выращивались тепличные растения. В фитотроне производились измерения интенсивности фотосинтеза растений и подбирались такие параметры среды, которые её повышали. Оптимальные значения параметров задавались и поддерживались в теплице. В системе использовалась управляющая ЭВМ ПС-300, разработанная в Институте в лаборатории И.В. Прангишвили. Интерес к этой работе был проявлен не только у нас в стране, но и за рубежом, в частности в Финляндии, где сотрудники лаборатории выступили с докладами. К сожалению, от этой работы остались лишь отчёты, статьи и авторские свидетельства. Видимо, она ещё дожидается своего времени. В любом случае, важным результатом стало выделение особого класса объектов управления, которые имеют собственные цели, но цели эти не совпадают с целями системы управления. Эта ситуация встречается в реальной практике весьма часто, и научиться управлять в такой ситуации совершенно необходимо.

Ещё одна «сельскохозяйственная» задача (ответственный исполнитель – тоже Ю.Э. Сагалов) касалась управления распределением температуры и влажности по толщине субстрата в камерах шампиньонных комплексов. Здесь для управления использовалась адаптивная модель.

Достижения С.Б. Клейбанова, без преувеличения, вывели его в корифеи теории оптимизации каналов передачи данных. Подобный вывод напрашивался сам собой: в лаборатории буквально дневали и ночевали сотрудники НИИ связи. Оптимальная настройка корректоров в телефонных линиях связи позволяла во много раз увеличить скорость передачи по ним цифровых данных. И когда мы пользуемся высокоскоростной передачей данных по телефонным каналам в системе Интернет, то в какой-то степени используем научные результаты и работ Семёна.

В группе, совместно с ВНИИ «Зернопродукт», был решён ряд проблем для предприятий переработки зерна. Разработаны влагомеры зерна и влажных органических продуктов (один из вариантов которых серийно выпускается заводом «Электроприбор» в Кишинёве), система автоматического управления зерносушилкой, информационная система для мукомольного завода. Совместно с «Мостеплоэнерго» создана система оперативного дистанционного контроля аварийного состояния теплопроводов.

Представляет интерес и другая разработка, выполненная в группе А.Б. Шубина. Это итеративный вычислительный алгоритм, решающий двухточечную задачу для систем дифференциальных уравнений в классе кусочно-постоянных управлений. С помощью этого алгоритма на ЦВМ были решены интересные модельные задачи расчёта управляющих программ, переводящих динамические объекты из произвольных

начальных состояний фазовых координат в заданные. Сходимость вычислительных процедур проверена на объектах, описываемых дифференциальными уравнениями разного вида (в частности, нелинейными, неустойчивыми, с переменными коэффициентами, при различных конфигурациях кусочно-постоянного управляющего воздействия). Исследовался класс задач с оптимизацией управления по заданным критериям качества управления. Полученные результаты позволили предложить конструктивные алгоритмы гашения колебаний гибких космических конструкций.

Время шло. Оно выдвигало новые идеи и новые задачи. Так сложилось, что заведующий лабораторией доктор технических наук, профессор Кемер Борисович Норкин был в 1990 г. избран депутатом Моссовета и позднее приглашён для работы в Правительстве Москвы. Оставаясь по совместительству заведующим лабораторией, он занимал в правительстве различные позиции, в том числе и одного из московских министров. Поэтому, естественно, нынешняя тематика лаборатории связана с задачами управления развитием города. Эти исследования вписываются в одно из важнейших направлений исследований Института: управление крупномасштабными активными системами.

Задачи управления развитием города сформулированы как задачи поиска оптимального баланса конечного потребления и инвестиций в производство, инфраструктуру и компенсацию вредных антропогенных и техногенных воздействий на городскую среду. Цель управления: достижение в стратегической перспективе наивысшего качества жизни при учёте реальных ограничений. Для применяемого метода индексного управления предложены конструктивные методы прогнозирования качества жизни в увязке с выбором конкретных управленческих решений. Лаборатория принимала участие в подготовке Указа Б.Н. Ельцина «Об особом порядке приватизации в Москве». Пока этот указ действовал, доходы города от городского имущества вдвое превышали доходы федерального бюджета от приватизации всего федерального имущества. В рамках этой тематики написано и издано несколько монографий. Небольшая книжка К.Б. Норкина «Рыночная экономика большого города» широко цитируется в Интернете.

В соответствии с традициями системного подхода, заложенными в лаборатории ещё А.А. Фельдбаумом, продолжают развиваться и классические разделы теории автоматического управления – прежде всего те, что позволяют совершенствовать методы управления сложнейшими социально-экономическими системами. В первую очередь это методики оценивания тенденций развития при наличии интенсивных помех и неточности измерений. В задачах дуального управления И.В. Тиме предложены методы формирования оценок оптимального риска снизу. Широко известна монография К.Б. Норкина «Системные проблемы борьбы с коррупцией в России». В составе авторского коллектива Кемер Борисович стал лауреатом премии Правительства РФ за учебник по новой экономике.

# ЛАБОРАТОРИЯ № 37

## АНАЛИЗА И МОДЕЛИРОВАНИЯ

## ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Лаборатория была создана в 1964 г. С момента её создания по 1992 г. заведующим лабораторией был доктор технических наук, профессор, лауреат Государственной премии Владимир Лазаревич Эпштейн (1927–2008). С 1992 г. лабораторией руководит кандидат технических наук Владимир Аронович Грузман.

С момента создания в лаборатории велись работы по исследованию потоков информации и созданию промышленных АСУ. Первой такой системой, разработанной совместно с УГПИ «Металлургавтоматика», «ВНИИАчермет», МИСИСом и ПНИИУВМ, был управляющий вычислительный комплекс «Листопрокат» – одна из первых в стране крупных промышленных автоматизированных информационно-управляющих систем, работающих в реальном масштабе времени. Система внедрена на заводе «Запорожсталь» в 1971 г. За этим последовали другие крупные разработки и внедрения.

За достижения в применении вычислительной техники в народном хозяйстве В.Л. Эпштейн и несколько других учёных и специалистов были удостоены Государственной премии.

Параллельно лаборатория вела исследования и практические разработки в области автоматизации проектирования систем управления.

В результате в 1988 г. был создан комплекс средств автоматизированной разработки информационно-управляющих систем «АРИУС», который обеспечивал автоматизацию проектирования и разработки информационных систем на основе использования документо-ориентированного языка функциональных спецификаций (авторы: В.Л. Эпштейн и В.И. Сеничкин). Реализовали проект В.А. Грузман, В.Г. Волин и др.

В дальнейшем приоритетным направлением работ лаборатории стали исследования в области гипертекстовых систем представления знаний и научно-технических коммуникаций.

Разработаны макромодель представления научных знаний, интерактивные процедуры манипулирования знаниями, три экспериментальных АРМа различного назначения, в том числе экспериментальная гипертекстовая база знаний теории управления. Исследована и разработана система фундаментальных понятий и со-



**Основатель  
и первый зав. лаб. № 37  
Владимир Лазаревич  
Эпштейн**



**Заведующий лабораторией № 37  
Владимир Аронович Грузман**

ответствующих терминов антропоцентрического информационного взаимодействия как новой научной дисциплины.

Концептуальными проблемами современной информатики занимается группа, руководимая к.ф.-м.н. В.И. Бодякиным. Этой группой разработан нейросемантический способ (НСС) представления информации, сущность которого заключается в возможности преобразования любого линейного информационного потока в многодольный иерархический граф с вершинами из нейроподобных элементов. Особой характеристикой НСС является автоструктуризация. Это существенный шаг к интеллектуализации обработки крупномасштабных потоков неструктурированной информации.

На базе НСС созданы макет ассоциативной памяти, нейросемантический регулятор и проект крупномасштабной интеллектуальной системы.

Группой также разработан проект саморазвивающейся социально-экономической структуры «Информоград». Для организации коммуникации между социально-экономическими структурами предложен оригинальный способ организации чрезвычайно экономичной системы низкоорбитальных космических аппаратов «Русь». Следующим этапом в деятельности группы будет практическое воплощение новаторских идей и проектов в жизнь.

Группа сотрудников, руководимая д.т.н. В.А. Уткиным, ведёт работы в области создания алгоритмов управления на скользящих режимах в задачах адаптивного управления и идентификации.

Разработанные декомпозиционные методы синтеза систем управления могут быть использованы для управления многомерными нелинейными системами широкого класса, функционирующими в условиях неопределённости оператора объекта управления и при воздействии внешних неконтролируемых возмущений. В теории управления полученные результаты являются новаторскими. Совершенствование этих подходов в различных задачах управления позволит создать широкий спектр методик синтеза систем управления сложными нелинейными объектами.

**В настоящее время в лаборатории ведутся исследования в нескольких областях:**

*Моделирование информационных процессов:*

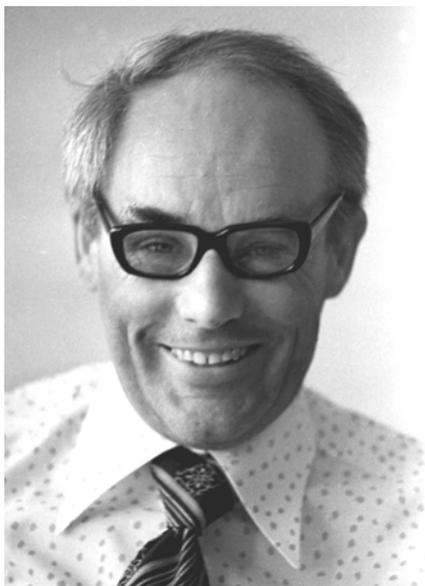
- теоретическое обоснование нейросемантического подхода и исследование его свойств и характеристик для создания эффективного механизма автоструктуризации информационных потоков;
- разработка экспериментально-исследовательской компьютерной модели ассоциативной памяти на базе механизма автоструктуризации;
- разработка математических и компьютерных моделей автоструктуризации для трёх классов информационных потоков (белый шум, периодический сигнал и реальные данные).

*Синтез систем с разрывными управлениями:*

- наблюдателей состояний динамических систем на основе каскадного подхода в линейной и нелинейной постановках;
- инвариантных систем на основе методов систем с разделяемыми движениями;
- задач слежения и автономного управления относительно выходных переменных при наличии внешних неконтролируемых возмущений и при наличии сигнальных и параметрических возмущений;
- электромеханических систем, в частности, роботов-манипуляторов и электроприводов различного типа.

# ЛАБОРАТОРИЯ № 38

## УПРАВЛЕНИЯ ПО НЕПОЛНЫМ ДАННЫМ



**Основатель и первый зав. лаб. № 38  
Александр Михайлович Петровский**

Лаборатория была образована в 1968 г. в результате реорганизации самостоятельной группы № 38 во главе с доктором технических наук, профессором Александром Михайловичем Петровским, который и возглавил лабораторию. Эта группа была создана по инициативе Якова Залмановича Цыпкина. В её состав вошли два коллектива научных сотрудников, до того момента работавших в лабораториях Я.З. Цыпкина и А.А. Фельдбаума. Такое происхождение на долгие годы вперёд обусловило выбор направлений исследований вновь образованной лаборатории и высочайшие требования к их уровню.

Первыми из тех, кто внёс большой вклад в становление и развитие лаборатории, стали А.М. Петровский, В.Н. Новосельцев (ныне – д.т.н., профессор), Н.А. Кузнецов (ныне – академик РАН), Р.Ш. Липцер (ныне – профессор Тель-Авивского университета, Израиль).

Первоначальная тематика лаборатории – теория информации и математическое моделирование, управление наблюдениями в стохастических системах и управление подвижными объектами в условиях неполноты информации. Кроме того, с середины 60-х гг. велись совместные работы с Институтом сердечно-сосудистой хирургии по созданию искусственного сердца (руководитель академик РАМН В.И. Шумаков).

В последующие годы лаборатория пополнилась ещё двумя коллективами. В 1971 г. в её состав были включены сотрудники группы д.т.н. В.Н. Вапника – к.ф.-м.н. А.Я. Червоненкиса, до того работавшие в лаборатории А.Я. Лернера. И, наконец, в 1977 г. присоединилась группа к.т.н. И.А. Любинского из лаборатории Н.В. Позина. В настоящее время лабораторией руководит доктор технических наук Евгений Петрович Маслов.

Основным направлением исследований лаборатории стала разработка теории и методов управления системами техногенной, биологической и социальной природы, функционирующими в условиях неполноты информации.

Традиционно лаборатория занималась задачами управления подвижными объектами. В 60–70-х гг. проводились исследования, связанные с оптимальным управлением наблюдениями в задачах наведения снарядов на маневрирующие цели (А.М. Петровский, Н.А. Кузнецов, Е.П. Маслов, Е.Я. Рубинович – ныне д.т.н.,

профессор, зам. директора Института проблем управления). В настоящее время в лаборатории ведётся разработка методов поиска-наведения-уклонения подвижных объектов, функционирующих в конфликтной среде. Это направление интенсивно развивается в мире в связи с широким применением беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

Второе направление – управление в сложных медико-биологических системах – возникло по инициативе А.М. Петровского в середине 60-х гг.

В рамках этих исследований в 60–70-х гг. был проведён анализ гомеостатических систем в организме человека и животных (В.Н. Новосельцев). Одновременно выполнялся цикл исследований по инженерной физиологии – математическому моделированию систем искусственного жизнеобеспечения

(искусственное сердце, искусственная поджелудочная железа) и систем защитного снаряжения (терморегуляция у водолазов на континентальном шельфе).

С конца 60-х гг. в лаборатории под руководством А.М. Петровского начались работы по математическому моделированию процессов развития популяции опухолевых клеток. В результате были созданы математические модели, адекватно описывающие развитие опухолевого процесса без лечения (к.т.н. Е.Л. Оркина), после лучевого воздействия (чл.-корр. РАМН В.К. Иванов) и после введения химиотерапевтических препаратов (к.т.н. Н.А. Бабушкина).

В начале 90-х гг. была решена задача междисциплинарного моделирования сложных медико-биологических систем, нашедшая применение в токсикологии при анализе острых отравлений ядами. Было проанализировано воздействие на организм яда бледной поганки, хлора, аммиака, а в последнее время – полония 210. В этом направлении основное внимание уделялось моделированию катастроф в сложных системах, причём смерть организма рассматривалась в качестве одного из вариантов катастрофы.

На рубеже XXI века по инициативе д.ф.-м.н. А.И. Яшина в лаборатории начались работы по комплексному исследованию механизмов и процессов старения и смертности у различных видов животных и человека. Сегодня этими проблемами занимается группа учёных во главе с В.Н. Новосельцевым и А.И. Михальским (первым в истории Института сотрудником, получившим степень доктора биологических наук).

Проблематика управления здравоохранением была поставлена в 70-е гг. самим А.М. Петровским и группой его сотрудников (д.т.н. А.А. Клементьев, к.т.н. И.И. Толмасская, к.т.н. В.К. Ольшанский, к.ф.-м.н. П.И. Кицул, А.И. Яшин). По мере накопления опыта работы с объектами, включёнными в систему здравоохранения, и решения задач на уровне популяций, расширился круг



**Заведующий лабораторией № 38  
Евгений Петрович Маслов**

проблем, исследуемых в лаборатории в направлении, которое можно сформулировать как управление в слабо формализованных системах. К данному кругу относятся мониторинг группового здоровья и выделение групп повышенного риска по заболеваемости и потере здоровья (к.т.н. Л.А. Дартау). Для целей мониторинга и оценки медико-социального благополучия населения в лаборатории были разработаны компьютерная технология и система ЭДИФАР («Экспертный диалог для исследования факторов риска»). Система установлена в ряде регионов РФ.

В лаборатории разрабатываются методы анализа здоровья популяции, или, в более широком смысле, её состояния (А.И. Михальский). Развитие теоретических методов, позволяющих корректно осуществлять индивидуальный прогноз на основании наблюдений за популяцией, затрагивает область решения некорректных обратных задач, неклассическую статистику и оформилось в теорию анализа неоднородных популяций (А.И. Михальский, А.И. Яшин).

Современные мировые тенденции в народонаселении, связанные с быстрым ростом продолжительности жизни в экономически развитых странах и увеличением доли престарелых лиц, также отражены в тематике исследования лаборатории по направлению «Математическое моделирование процессов в популяциях» (В.Н. Новосельцев, к.т.н. Ж.А. Новосельцева, А.И. Михальский). В этих работах математическими методами проводится анализ геронтологических (связанных со старением) процессов в отдельных организмах и на уровне популяции. Результаты исследований отражены в коллективной монографии «Геронтология *in silico*: становление новой дисциплины. Математические модели, анализ данных и вычислительные эксперименты», вышедшей в 2007 г. К этому же направлению примыкают исследования, связанные с анализом акустических и речевых сигналов (к.т.н. А.С. Колоколов) и разработкой принципов построения технических систем для управления физическими характеристиками воздуха на объектах с искусственной средой обитания (к.т.н. А.Ю. Мещеряков).

Ещё одно направление исследований – создание теории и алгоритмов машинного обучения – возникло в начале 1970-х гг. Предложенные алгоритмы распознавания образов связаны с методом обобщённого портрета, разработанным В.Н. Вапником и А.Я. Червоненкисом в 1964–1974 гг. Теоретические исследования основывались на фундаментальном результате – условиях равномерной сходимости частот к вероятностям по классу событий (опубликованы с доказательством в 1971 г.). Аналогичные условия были получены для равномерной сходимости средних к математическим ожиданиям по семейству случайных величин.

Из оценок равномерной сходимости следует, что чем более обширен (сложен) класс решающих правил (или моделей), тем больший объём данных обучения требуется для получения приемлемого результата. Были найдены мера объёма (сложности) класса в явном виде и оценка качества решения в зависимости от результата, полученного на материале обучения, а также от длины обучающей выборки и сложности модели. Это позволило поставить задачу выбора оптимального уровня сложности модели.

Одна из новых областей исследования – статистический анализ экстремальных величин (д.ф.-м.н. Н.М. Маркович). Эта область знаний интенсивно развивается с

начала 1990-х гг. Связано это с тем, что распределения с «тяжёлыми» хвостами (распределения, хвосты которых убывают на бесконечности медленнее, чем экспонента, и у которых не все моменты распределения существуют) получили всеобщее признание как вполне реалистические модели различных явлений, естественных и искусственно созданных. Н.М. Маркович разработаны непараметрические статистические методы оценивания, позволяющие провести анализ данных на наличие «тяжёлых» хвостов и оценить их статистические характеристики по выборкам независимых наблюдений ограниченных объёмов. Данная тематика применяется ею для контроля качества передачи видео- и голосовых сообщений в Интернете.

Ещё одна прикладная область – построение моделей крупных рудных месторождений по данным геологической разведки. В 1980–1985 гг. была создана система для оптимального автоматического оконтуривания руд по данным эксплуатационной разведки, а в 1997–2001 гг. совместно с фирмой «ИНТЕГРА» разработан комплекс программ для построения моделей крупных рудных месторождений.

Лаборатория ведёт исследования совместно с зарубежными учёными, участвует в проекте TACIS Европейского экономического союза, европейском проекте 6-й рамочной программы «Дизайн и проектирование следующего поколения Интернет, развивающегося в направлении мультисервисных сетей», ESF-COST IC0703 «Data Traffic Monitoring and Analysis: Theory, Techniques, Tools and Applications for the Future Networks». Она ведёт совместные работы с Университетом им. Отто Фридриха (г. Бамберг, Германия), Норвежским университетом науки и технологии NTNU (г. Трондхейм, Норвегия), Высшей школой телекоммуникаций ENST (г. Брест, Бретань, Франция), Институтом демографических исследований и Институтом социомедицинской информации (Германия), Королевским Хэллоуэй-университетом (Великобритания). Кроме того, лаборатория сотрудничает с Университетом штата Иллинойс (г. Урбана-Шампейн, США) и ИППИ РАН в области формализации и решения задач оптимального импульсного управления динамическими системами в активных сингулярных фазах их движения.

Сотрудниками лаборатории опубликовано более 600 работ, в том числе 16 монографий.

# ЛАБОРАТОРИЯ № 40

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ



**Заведующий лабораторией № 40  
Фёдор Фёдорович Пащенко**

После аварии на Чернобыльской АЭС (1986) примерно через год вышло Постановление ЦК КПСС и Совета министров СССР, согласно которому Институт проблем управления назначался головной организацией по созданию высоконадёжных АСУ ТП АЭС. В рамках реализации этого Постановления в 1987 г. в Институте на основе сектора 41.1 «Автоматизированные системы управления технологическими процессами атомных электростанций» (зав. сектором Ф.Ф. Пащенко) была образована лаборатория № 40. Заведующим лабораторией был назначен кандидат технических наук Фёдор Фёдорович Пащенко (сегодня – д.т.н., профессор). В лаборатории имелись два сектора: сектор 40.1 «Моделирование технологических процессов АЭС» (зав. сектором к.ф.-м.н. Е.М. Сапрыкин); сектор 40.2 «Представление и

образное отображение информации» (зав. сектором д.т.н. В.Г. Гришин) – и группа координации работ по АСУ ТП АЭС (руководитель Д.А. Шалабаев). В настоящее время в состав лаборатории входят 18 сотрудников, из которых 3 доктора наук (один – технических, другой – физико-математических), 8 – кандидаты (технических и физико-математических наук).

Перед лабораторией на первом этапе были поставлены задачи координации и научного руководства общесоюзными и международными программами по разработке и созданию систем автоматизации объектов атомной энергетики, разработке современных эффективных систем управления в атомной энергетике, повышению интеллектуального уровня и надёжности систем управления и принятия решений.

### **Традиционные научные направления:**

- Разработка целевых федеральных, региональных и отраслевых комплексных программ и соответствующих организационных структур, методов управления и механизмов реализации программ.
- Разработка интеллектуальных автоматизированных систем управления производствами повышенного риска.
- Разработка методического, алгоритмического и программного обеспечения интеллектуальных систем моделирования, идентификации и управления.
- Разработка человеко-машинных систем управления.

- Разработка методологии и методов построения систем принятия решений.
- Разработка систем информационной поддержки оперативного персонала.
- Разработка систем функциональной диагностики в энергетике и других отраслях.
- Разработка систем мониторинга государственных и отраслевых программ.

В этих рамках были разработаны общесоюзные научно-технические программы по автоматизации атомных электростанций (АЭС) 0.Ц.046 и 0.80.060 и комплексная программа стран-членов СЭВ по созданию современных высоконадёжных АСУ ТП АЭС. В реализации этих программ участвовало более 200 организаций и предприятий СССР и более 100 организаций стран-членов СЭВ. При участии лаборатории разработаны техническое задание, технические требования, эскизный, технический и рабочий проекты перспективной АСУ ТП АЭС.

Лаборатория принимала участие в разработке федеральных целевых программ «Социально-экономическое развитие Дальнего Востока и Забайкалья», «Социально-экономическое развитие Сибири», «Развитие коренных малочисленных народов Севера» и др.

В рамках перечисленных программ созданы теоретические основы построения интеллектуальных систем управления производствами повышенного риска. В этой теории используются методы построения систем управления с идентификатором и теория экспертных систем. Полученные теоретические результаты применены при создании системы информационной поддержки операторов АЭС и верхнего уровня АСУ ТП АЭС, ряда АСУ и АСУ ТП в металлургической и химической промышленности, станкостроении, биотехнологии и других отраслях.

В области теории систем управления с идентификатором получен ряд важных результатов, опирающихся на использование априорной информации в форме профессиональных знаний о физических и конструктивных особенностях объектов; разработаны принципы построения экспертно-статистической системы конструирования алгоритмов моделирования систем управления; разработаны дисперсионные методы идентификации существенно нелинейных систем; построены оптимальные одношаговые и многошаговые адаптивные алгоритмы и получены условия устойчивости адаптивных систем с идентификатором и итерационных схем (Ф.Ф. Пащенко, к.т.н. Е.Е. Соколовский, к.т.н. В.М. Аксёнов, д.т.н. Г.Р. Болквадзе, д.ф.-м.н. С.Д. Алгазин и др.); созданы быстродействующие и эффективные модели с настраиваемыми параметрами основных технологических процессов первого и второго контуров энергоблоков АЭС, в том числе модели распределения нейтронного поля и реактивности в активной зоне реактора (Е.М. Сапрыкин, С.А. Молчанов, В.А. Воронина, В.Н. Судариков, к.т.н. К.С. Гинсберг, к.т.н. Н. Колев, к.т.н. Р. Цветанов (Болгария) и др.).

Результаты этих исследований частично изложены в двух совместных монографиях с сотрудниками МЭИ (акад. Г.А. Филиппов, д.т.н. Г.А. Пикина, к.т.н. А.Р. Аветисян) по моделированию оборудования электрических станций. В этих книгах изложены основные подходы к моделированию и оптимизации тепловых и

гидродинамических процессов ТЭС и АЭС. При этом активно использованы современные методы теории систем и теории управления, в том числе сигнальные графы, двойное преобразование Лапласа и передаточные функции.

Созданы математические модели и алгоритмы адаптивного управления технологическими процессами доменной печи. Данные теоретические разработки вошли в основу внедрённой в эксплуатацию АСУ ТП доменной печи № 1 на КМЗ г. Коммунарска (Ф.Ф. Пашенко, И.С. Дургарян). Работа выполнялась совместно с сотрудниками УГПИ «Проектавтоматика» и КМЗ (В.Б. Бройтман, Г.К. Бердичевский, В.Н. Кочубеев и др.). На разработанные методы и устройства управления получено около 20 авторских свидетельств.

Разработаны методология и методы построения систем принятия решений для производств повышенного риска. Большой вклад в координацию работ по АСУ ТП АЭС внесли сотрудники лаборатории Д.А. Шалабаев, В.С. Землянников, В.Н. Савушкин, В.Н. Сучкова и др.

#### **Новые научные направления:**

- Методы анализа, моделирования и синтеза нелинейных систем.
- Развитие теории и методов построения систем управления и моделирования на основе знаний.
- Развитие теории оптимальных нелинейных систем.
- Теория систем и системные закономерности в природе и обществе.
- Развитие методов нейро-нечёткого управления и моделирования.
- Разработка и создание инновационных систем и технопарковых структур – технополисов, технопарков, наукоградов, этнопарков и т.п.

В рамках *первого направления* (анализа и идентификации нелинейных систем) предложен метод функциональных преобразований. Метод обобщает известные подходы к анализу и моделированию систем, такие как методы Винера–Хопфа, Л. Заде, Н.И. Андреева и др., и распространяет применение их на класс нелинейных систем. Для реализации метода разработан новый математический аппарат состоятельных мер зависимости случайных процессов – функциональных корреляционных и дисперсионных функций. Данный метод позволяет:

- при построении моделей широкого класса нелинейных систем разбить процедуру структурной идентификации на несколько более простых последовательных стадий;
- полностью формализовать выбор нелинейных преобразований входа и выхода без использования каких-либо эвристических соображений, ограничительных предположений о распределениях случайных процессов или о принадлежности искомым преобразований какому-либо параметризованному семейству;
- построить конструктивные методы структурной идентификации и оценки структурных инвариантов систем (в частности, получены выражения для оценки

состоятельных мер идентичности, моделей, мер нелинейности и стохастичности систем, обобщающих формулы классической дисперсионной теории);

- построить теорию нелинейных стохастических систем, по своей конструктивности аналогичную теории линейных систем.

На основе метода функциональных преобразований разработаны состоятельные методы структурной, непараметрической и параметрической идентификации нелинейных стохастических систем, получены условия идентифицируемости и состоятельные уравнения идентификации. В настоящее время данный подход является единственным, позволяющим ответить на вопрос, существует ли математическая модель идентифицируемого объекта на рассматриваемых классах входных и выходных сигналов. Предложенный метод в общем случае не позволяет найти единственную модель. Для выделения единственного решения используются знания об идентифицируемом объекте.

В рамках *второго направления* предложены:

- Подход к идентификации линейных и нелинейных динамических систем на базе использования знаний об исследуемой системе. В его рамках на основе расширения понятия дисперсионных функций получено решение уравнения идентификации для определения весовой функции системы. При этом используются методы типовой идентификации с экспертным выбором из базы знаний, которая содержит значения дисперсионных функций входного и выходного процессов и каталог известных моделей системы. Подход эффективно использовался при моделировании нелинейных систем, описываемом моделями Гаммерштейна, Винера и Вольтерра.
- Информационные методы идентификации систем (к.т.н. И.С. Дургарян – в настоящее время сотрудник лаб. № 44). Получены энтропийные оценки структурных инвариантов линейных и нелинейных систем, в том числе оценки информативности, стохастичности, нелинейности и идентичности моделей. Разработаны методы и получены условия идентифицируемости систем по критерию максимума информации о выходном сигнале и параметрах системы, содержащейся во входном сигнале, что позволяет максимально использовать всю имеющуюся информацию об исследуемом объекте. Информационные характеристики являются состоятельными характеристиками связи между случайными сигналами. Это позволило создать новый класс состоятельных методов и алгоритмов исследования систем.
- Научные основы построения человеко-машинных систем информационной поддержки оперативного персонала производств повышенного риска. В рамках этого направления разработаны методы решения триединой задачи: оценка состояния и диагностика объекта, прогнозирование хода технологического процесса и возможных нарушений и выработка управляющих воздействий, в том числе в виде советов оператору. Разработаны и созданы алгоритмические

и технические средства автоматизации (Ф.Ф. Пашенко, Е.М. Сапрыкин, С.А. Молчанов, В.А. Воронина, В.Н. Судариков и др.).

В рамках *третьего направления* сформулированы условия экстремума для аномальных задач оптимизации систем. Для достаточно общих задач на условный экстремум в банаховых пространствах выделяется класс задач, для которых классические методы исследования, основанные на принципе Лагранжа, не работают. Такие задачи, следуя Блисссу, называются аномальными. Так как свойство аномальности присуще экстремальной задаче в достаточно общей постановке, то оно проявляется и в различных приложениях общей задачи типа задач математического программирования, вариационного исчисления и оптимального управления. Получены необходимые условия первого и второго порядка для абстрактной аномальной экстремальной задачи в банаховом пространстве; необходимые условия экстремума для аномальной задачи Лагранжа вариационного исчисления; принцип максимума для аномальных задач оптимального управления (д.ф.-м.н. Е.Р. Аваков). Предложены методы решения, в том числе аналитические, нелинейных задач целочисленного программирования (Ф.Ф. Пашенко).

Полученные необходимые условия являются развитием и обобщением классических необходимых условий, таких как принцип Лагранжа, уравнения Эйлера–Лагранжа и принцип максимума Понтрягина, на аномальные задачи. При этом в регулярном случае из них следуют классические условия, а в аномальном – дополнительная содержательная информация об экстремальных точках.

В рамках *четвёртого направления* предложены подходы к анализу и синтезу новых и уже известных закономерностей в области электродинамики (Ф.Ф. Пашенко, к.т.н. Б.П. Бусыгин, к.т.н. Л.Е. Круковский, к.т.н. В.В. Торшин). В частности, разработан метод логического моделирования законов электродинамики, позволяющий формализованным образом описывать различные законы электродинамики и синтезировать новые закономерности и модели. Предложенная методика формализации известных законов электродинамики дала возможность проектировать новые машины, устройства, датчики и механизмы с более высокими техническими характеристиками для широкого использования в разных областях промышленности (В.В. Торшин, Л.Е. Круковский, Ф.Ф. Пашенко, Б.П. Бусыгин). В рамках этой тематики опубликовано более 10 монографий, получено более 30 патентов. Разработанные методы использованы для построения альтернативных источников энергии и энергосберегающих систем на транспорте и повышения эффективности и создания «интеллектуальных» месторождений и внедрения плазменно-импульсных технологий в нефтегазовой отрасли. Предложенные подходы к построению новых механизмов получения энергии по аналогии распространяются и на другие области науки, в частности, на исследование и моделирование социальных процессов (кандидат социологических наук С.В. Зернов).

В рамках *пятого направления* совместно с сотрудниками Липецкого ГТУ (д.т.н. Ю.И. Кудинов, к.т.н. И.Ю. Кудинов, к.т.н. Е.Ю. Келина) предложены новые

генетические алгоритмы идентификации и алгоритмы моделирования на основе нечёткой логики и нейронных сетей. Построены гибридные алгоритмы структурной и параметрической идентификации. Предложенные методы существенно повышают эффективность нейро-нечёткого моделирования алгоритмов Суджено, Мандами и системы ANFIS. Предложены методы построения нечётких регуляторов и исследованы вопросы их устойчивости. В этих работах принимали активное участие к.ф.-м.н. О.Н. Белова, к.т.н. А.Ф. Пащенко (лаб. № 43), М.А. Березин, А.В. Каменев и др. Предложенные методы использовались для моделирования и управления на Липецком металлургическом комбинате (руководитель Ю.И. Кудинов) для прогнозирования качества производимой продукции и управления печами обжига.

В рамках *шестого направления* сотрудники лаборатории одними из первых в СССР поставили вопросы, связанные с инновационным развитием страны. Разработаны методологические основы организации социально-экономических структур типа технополисов, технопарков, наукоградов, этнопарков и т.п. Разработана стратегия социально-экономического управления, опирающаяся на анализ проблем регионов, которая требует изменения акцентов программных мероприятий, а также создания реальной возможности согласования интересов федеральных и местных органов управления и населения регионов.

В 2003 г. в лаборатории начались теоретические исследования по процессам воспроизводства валового внутреннего продукта (ВВП) России и валового регионального продукта (ВРП) для ряда регионов (Ф.Ф. Пащенко, к.ф.-м.н. В.И. Антипов, О.Н. Белова, к.т.н. И.В. Десятов, С.В. Зернов и др.; работа проводится совместно с лаб. № 36, 43 и 44 и др.). Исследованы вопросы устойчивости ВВП и ВРП, причины автоколебаний траектории ВВП в 1990–1998 гг. и особенности развития экономики России в последующие годы, что привело к созданию комплекса прогнозирующих моделей. Исследования показали, что колебания темпов ВВП происходят из-за наличия запаздывающего аргумента в валовом накоплении основного капитала. Были исследованы качественная картина и количественные последствия предполагаемого вступления России в ВТО. Показано (2005), что неподготовленное вступление в ВТО приведёт к спаду отечественного производства и сокращению занятости.

Понимание общих экономических закономерностей в воспроизводстве ВРП региона позволило связать его с отраслевыми показателями региона. Разработанные алгоритмы использовались для прогноза социально-экономического развития Московской области (совместно с ИПМ РАН) и Москвы на период до 2025 г. (совместно с НИиПИ Генплана Москвы).

Сотрудники лаборатории совместно с лаб. № 36, 43 и 44 разработали «Программу инновационного развития Хабаровского края», «Концепцию управления мегаполисом г. Москвы», «Исследование инновационного потенциала регионов Центрального федерального округа», Программу совершенствования механизмов управления развитием научно-технического потенциала Москвы, участвовали в

разработке Программы инновационного развития Москвы и Стратегии развития Москвы до 2025 г. (совместно с НИИПИ Генплана, руководитель к.э.н. В.Я. Беккер) и ряда других региональных и отраслевых программ.

Результаты исследования сложных социально-экономических систем использовались при моделировании и изучении систем жилищно-коммунального хозяйства в России и других странах (к.т.н. С.Н. Глазунов).

Сотрудники лаборатории принимали активное участие в разработке и создании экотехнополисов в городах Троицк, Дубна, Арзамас-16 (российский ядерный центр), Магнитогорск, в разработке федеральных инновационных подпрограмм «Техноэкополис Комсомольск-Амурск-Солнечный» и «Технополис Стрежевой», федеральных целевых программ «Дальний Восток и Забайкалье», «Сибирь».

Результаты теоретических исследований использованы: при создании систем информационной поддержки операторов на Запорожской и Смоленской АЭС (Е.М. Сапрыкин, С.А. Молчанов, К.А. Тепикин) и других энергетических объектах; систем управления доменным процессом на Коммунарском металлургическом комбинате (Ф.Ф. Пашенко, И.С. Дургарян); химическими реакторами на ППО «Бор» в г. Дальнегорск (в работе участвовали от ИПУ – акад. В.А. Трапезников, Ф.Ф. Пашенко и др., от ИАПУ ДВО – акад. А.А. Воронов, д.т.н. В.В. Здор, Д.И. Бернацкий и др.); в машино- и станкостроении (совместно с ИМАШ – д.т.н. К.С. Сергеев, д.т.н. А.Ш. Колискор, к.т.н. Л.С. Додин), для управления биотехническими объектами (Ф.Ф. Пашенко, д.т.н., проф. В.А. Грабауров и др.); при разработке и создании АСУ ТП ТЭС «Нассирия» (Ирак) в рамках работ по модернизации, проводимых ОАО «Интерэнергосервис» (руководители: Ю.В. Никонов, Р.А. Асфандияров и др.), и для других энергетических объектов.

По результатам исследований выпущено более 80 научных отчетов, более 30 монографий, 10 сборников статей, более 40 методических и учебных пособий, опубликовано более 500 научных работ, получено более 70 авторских свидетельств и патентов. Сотрудники лаборатории принимали участие во многих международных и российских конференциях и семинарах. По результатам исследований сотрудниками лаборатории и соискателями из других организаций защищено 7 докторских и 20 кандидатских диссертаций (некоторые из соискателей являются гражданами Болгарии, Венгрии и стран СНГ). В настоящее время бывшие аспиранты и сотрудники лаборатории работают в научно-исследовательских центрах и университетах Болгарии, Венгрии, ФРГ, Франции, США, Австралии, Узбекистана, Грузии, Украины и других стран.

В 1988 г. из лаборатории выделился научно-координационный отдел АСУ ТП АЭС.

# ЛАБОРАТОРИЯ № 41

## ИДЕНТИФИКАЦИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Лаборатория была образована в апреле 1968 г. Инициатором её создания, организатором творческого коллектива и первым заведующим стал доктор технических наук, профессор Наум Самойлович Райбман и был им до последнего дня жизни.

Н.С. Райбман одним из первых в мире прочувствовал, осознал, стал формулировать и решать проблемы *идентификации* (построения математических моделей реальных объектов, процессов, систем по экспериментальным данным). Его видение нужд практики и задач теории немало способствовало становлению идентификации как важного самостоятельного раздела общей теории управления.

Сегодня научные работы Н.С. Райбмана считаются классическими в теории идентификации. Он был замечательным организатором, создавшим научную школу. К моменту его внезапной смерти в самом начале 1981 г. лаборатория успела завоевать научный авторитет не только в институтском и союзном, но и в мировом масштабе.

С самого начала научные разработки лаборатории имели выраженную инновационную направленность: сочетание строгих математических результатов с практическими инженерными разработками.

Основными теоретическими достижениями в первое десятилетие лаборатории были: обоснование и развитие дисперсионных методов идентификации нелинейных объектов; разработка теории адаптивной идентификации нестационарных систем; постановка и обоснование минимаксного (игрового) подхода к идентификации; синтез методов и алгоритмов идентификации и управления в единой системе (адаптивной замкнутой системе управления с идентификатором – АСИ). В действительности АСИ – одна из немногих реально работающих систем, приближённо, но эффективно реализующих фельдбаумовскую теорию дуального управления. В 1976 г. эта прикладная разработка четырёх сотрудников Института (трое из которых входили в состав лаб. № 41) совместно с Первоуральским новотрубным заводом была отмечена Государственной премией СССР. Большую роль в этой работе сыграл один из лауреатов к.т.н. Валентин Маркович Чадеев (ныне д.т.н., профессор).

Другим брендом лаборатории были результаты исследований в таких областях, как надёжность (информационная и аппаратная), резервирование, управление



**Основатель  
и первый зав. лаб. № 41  
Наум Самойлович Райбман**

запасами и массовое обслуживание, проводимых кандидатами технических наук В.А. Лотоцким и А.С. Манделем.

С апреля 1981 по 2006 г. лабораторию возглавлял д.т.н., профессор Владимир Алексеевич Лотоцкий, учёный с мировым именем, в течение многих лет – активный деятель ИФАС, специалист в области теории идентификации и адаптивного управления, теории надёжности и теории управления запасами, руководитель секции № 4 «Управление производственными процессами» Учёного совета Института.

С 2006 г. лабораторию возглавляет доктор технических наук, профессор Наталья Николаевна Бахтадзе.



**Заведующая лабораторией № 41  
Наталья Николаевна Бахтадзе**

Стержнем научных работ лаборатории были и остаются фундаментальные и прикладные исследования процесса идентификации. В сфере теории лаборатория занимается (концептуально и алгоритмически) идентификацией динамических линейных и нелинейных систем, исследованием свойств систем управления с идентификатором. В частности, разработаны методы синтеза основного контура в линейных системах с неполной информацией о статистических характеристиках внешних возмущений, проведено исследование вырожденных задач и условий вырожденности линейно-квадратичных задач синтеза для линейных объектов со стационарными возмущениями. Разработаны методы автоматизации управления технологическими процессами на основе синтеза робастно-оптимальных систем с использованием идентификационного подхода к построению внутренних моделей внешних возмущений. Активно разрабатываются методы идентификации локальной структуры стохастических входо-выходных моделей на основе состоятельных мер зависимости случайных величин. Исследуются характеристики и информационные возможности алгоритмов структурной идентификации. Разрабатываются методы построения прогнозирующих виртуальных моделей нелинейных нестационарных систем на основе вейвлет-анализа. Ведутся работы по созданию концепции оценки качества программного обеспечения, связывающие на системном уровне характеристики качества кода, критерии и метрики.

Сегодня, на фоне экспансии информационных технологий и технологий управления в самые разнообразные сферы человеческой деятельности, в развитии теории и методов управления наблюдается отчётливая тенденция их дальнейшей конвергенции с методами искусственного интеллекта. В особенности это относится к сфере производства – как в интегрированных системах управления, так и в специализированных системах на разных уровнях процесса производства. В лаборатории разрабатываются алгоритмы идентификации и имитационного моделирования, основанные на знаниях, формируемых и обновляемых по результатам интеллектуального анализа данных функционирования производственных процессов

в виде выявляемых закономерностей. Алгоритмы, получившие название «ассоциативный поиск», осуществляют моделирование в реальном времени процесса принятия решений об управлении оператором технологической установки в системах управления реального времени. Разработаны методы нечёткого моделирования и нечёткой кластеризации.

Сфера реального внедрения теоретических разработок лаборатории становится всё шире: в промышленности это – разработки энергосберегающих систем в металлургическом производстве с использованием интеллектуальных методов и алгоритмов управления прокатным и электросталеплавильным производством, идентификационных моделей технологических процессов химической, нефтехимической и других отраслей промышленности. Создаются методы имитационного моделирования для проектирования крупных автоматизированных технологических комплексов. Ведётся разработка методов управления уровнем автоматизации технологических процессов, включая оценку эффективности самовоспроизведения промышленных роботов. Ведутся работы по проектированию программного обеспечения по моделям с использованием языка UML 2.2.

Разработаны интеллектуальные алгоритмы идентификации нелинейных динамических моделей энергообъектов, основанных на индуктивном обучении. Создана методика синтеза системы интеллектуальной динамической оценки состояния энергосистем на основе мультиагентных технологий.

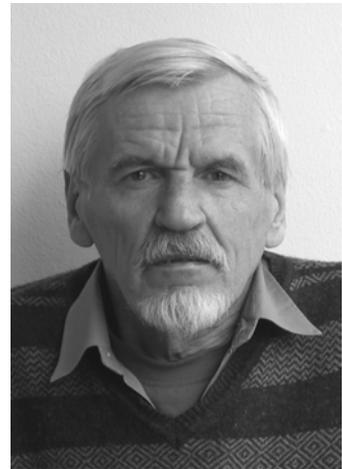
Разработаны методы автоматизации управления текущим коммерческим бюджетированием и ценообразованием продукции предприятий с использованием методов управления запасами. Созданы методы разработки программ стимулирования сбыта производимой продукции с применением моделей и алгоритмов оптимального планирования инвестиционных проектов.



**Валентин Маркович  
Чадеев**

Для управления на железной дороге разрабатываются методы создания мультиагентных информационно-управляющих систем поддержки управления на основе прогнозирующего идентификационно-симуляционного моделирования с использованием систем автоматизации имитационных исследований облачного типа.

Разработаны и внедрены десятки информационно-аналитических систем и систем поддержки принятия решений, среди которых: экспертно-статистическая система поддержки принятия решений и управления маркетингом коммерческих компаний на базе адаптивных и робастных алгоритмов; система управления трейдингом и стресс-тестингом на основе прогнозирующих моделей; система анализа и оптимизации эко-



**Владимир Алексеевич  
Лотоцкий**

номической эффективности маршрутов, расписания и загрузки авиарейсов; автоматизированная распределённая система контроля и оптимизации продаж туристических услуг туроператора; информационно-аналитическая система «Интернет-сайт ЦИК Российской Федерации» (функционировавшая в 1999–2006 гг.).



**Зуфар Гарифуллин  
Салихов**

Весной 2013 г. в лаборатории появилась новая группа сотрудников во главе с д.т.н., проф. З.Г. Салиховым. Группа занимается разработкой и реализацией проектов по созданию высокоэффективных самоорганизующихся систем управления с идентификатором для сложных технологических комплексов металлургических предприятий. З.Г. Салихов – известный российский учёный, заслуженный деятель науки России и академик Российской академии инженерных наук. Он является автором более 450 опубликованных научных трудов и более 300 российских и международных патентов на изобретения.

За 46 лет сотрудниками лаборатории опубликованы сотни научных работ, в том числе 34 монографии (часть из них переведена на английский и немецкий языки), получены десятки авторских свидетельств и патентов.

С начала 70-х гг. Н.С. Райбман активно устанавливал научные и дружеские контакты с «идентификаторами» всего мира. Эта традиция поддерживается и укрепляется сегодня. Проводятся Международные конференции по идентификации систем и задачам управления (SICPRO) и «Автоматизация в промышленности». Сотрудники лаборатории – постоянные участники международных научных мероприятий, члены их программных и организационных комитетов.

Лаборатория приняла активное участие в подготовке и проведении Институтом двух крупных мероприятий ИФАК: Международного симпозиума INCOM'09 (IFAC) в 2009 г. в Москве и МИМ'2013 в Санкт-Петербурге. Н.Н. Бахтадзе является заместителем председателя Технического комитета ИФАК по производственному моделированию для менеджмента и управления.

Сотрудники лаборатории входят в редакционные коллегии нескольких ведущих журналов по теории управления и её приложениям, являются членами диссертационных советов, ведут активную преподавательскую деятельность, председательствуют в ГЭК и ГАК различных вузов.

Традиции лаборатории, её доброжелательный климат и творческий настрой поддерживаются молодыми сотрудниками.

# ЛАБОРАТОРИЯ № 42

## КООРДИНАТНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

Лаборатория № 42 была создана по инициативе Бориса Николаевича Петрова в 1968 г. на базе группы научных сотрудников руководимой им лаб. № 1, и он непосредственно участвовал во всех работах новой лаборатории. Заведующим лабораторией № 42 с момента её создания до 2013 г. был доктор технических наук, профессор Владислав Юльевич Рутковский, ныне заслуженный деятель науки РФ, лауреат Государственных премий СССР, лауреат Золотой медали АН СССР им. Б.Н. Петрова. С 2013 г. и.о. заведующего лаб. № 42 был назначен доктор технических наук Виктор Миньонович Суханов.

Большой вклад в становление и развитие лаборатории внесли И.Н. Крутова (ныне – г.н.с., д.т.н., проф., заслуженный деятель науки РФ, лауреат Государственной премии СССР), С.Д. Земляков (впоследствии – г.н.с., д.т.н., проф., лауреат Государственной премии СССР, ушёл из жизни в 2009 г.), И.Б. Ядыкин (ныне – д.т.н., проф., зав. лаб. № 24),

Б.В. Павлов (ныне – г.н.с., д.т.н., лауреат Государственной премии СССР, лауреат премии им. Б.Н. Петрова, учреждённой Президиумом РАН), В.М. Суханов (ныне – д.т.н.), В.А. Путинцев (к.т.н., работал в лаборатории до 1995 г.), В.С. Косиков (к.т.н., ушёл из жизни в 1994 г.) и др.

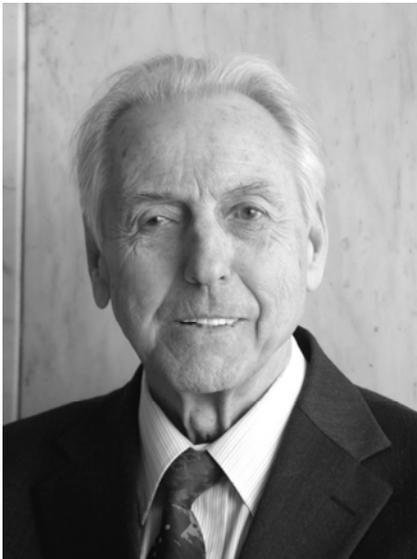
**Тематика лаборатории:** общая теория адаптивных систем и систем координатно-параметрического управления, её применение для проектирования систем управления летательными и космическими аппаратами.

Лаборатория продолжала работы по развитию принципов построения и теории беспомеховых самонастраивающихся систем (БСНС), начатые ещё в 1957 г. Сегодня эти системы известны в мире как адаптивные системы с эталонной моделью.

Были предложены два принципа построения БСНС (Б.Н. Петров, В.Ю. Рутковский,



**Борис Николаевич  
Петров**



**Основатель и многолетний  
зав. лаб. № 42  
Владислав Юльевич Рутковский**

И.Н. Крутова), метод синтеза основного контура на базе теории инвариантности (В.Ю. Рутковский, С.Д. Земляков, Б.В. Павлов), эвристические алгоритмы адаптации (В.Ю. Рутковский, И.Н. Крутова), линеаризованные модели БСНС (И.Б. Ядыкин, И.Н. Крутова, Б.В. Павлов, В.С. Косиков), алгоритмы адаптации на основе прямого метода Ляпунова (С.Д. Земляков, В.Ю. Рутковский), критерий адаптируемости и частотный метод исследования БСНС, оптимальное адаптивное управление на основе БСНС с обучаемой эталонной моделью (И.Б. Ядыкин), разработаны структуры и теория БСНС для различных классов летательных аппаратов (Б.Н. Петров, В.Ю. Рутковский, И.Н. Крутова, С.Д. Земляков, Б.В. Павлов, И.Б. Ядыкин, В.А. Путинцев, В.С. Косиков, В.Н. Ссорин-Чайков, ныне д.т.н. В.М. Глузов, Т.В. Ермилова и др.).

Подход к синтезу алгоритмов адаптации с использованием прямого метода Ляпунова, впервые предложенный сотрудниками лаборатории ещё в 1964 г., нашёл широкое употребление и до сих пор применяется в работах отечественных и зарубежных авторов. Именно прямой метод Ляпунова позволяет получать фундаментальные результаты в области синтеза адаптивных систем.

На основе разработанной теории совместно с МОКБ «Радуга» и Московским институтом электромеханики и автоматики впервые в СССР были созданы адаптивные системы управления для нескольких классов ракет главного конструктора И.С. Селезнёва. За создание принципов построения, теории и методов проектирования адаптивных систем и внедрение их в серийное производство для классов ракет коллективу авторов в 1981 г. была присуждена Государственная премия СССР. От Института проблем управления были награждены Б.Н. Петров (посмертно), В.Ю. Рутковский, И.Н. Крутова, С.Д. Земляков, Б.В. Павлов.



**В.Ю. Рутковский, Б.В. Павлов и главный конструктор И.С. Селезнёв (крайний справа)**

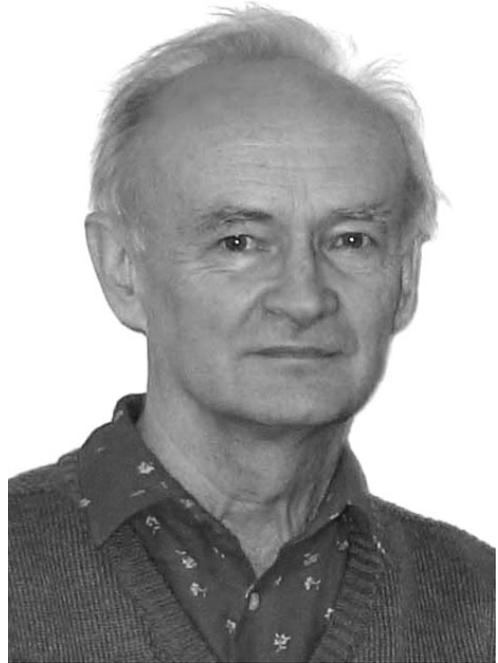
Ещё одним направлением, инициированным Б.Н. Петровым в далёком 1956 г. в группе В.Ю. Рутковского в лаб. № 1 (в которую тогда входили инженеры В.И. Попов, В.С. Косиков, Б.В. Павлов и В.М. Суханов) и получившим развитие в лаб. № 42, стала разработка теории и систем управления искусственными спутниками Земли (ИСЗ). Была предложена оригинальная релейная система предварительного успокоения гравитационно стабилизируемых ИСЗ, в которой высокая экономичность достигалась путём введения специальной связи, компенсирующей петлю гистерезиса релейной характеристики, и выбором соответствующего соотношения ограничений датчиков угловой скорости и положения ИСЗ.

В 1970 г. группа учёных ИПМ им. М.В. Келдыша, ИПУ, НПО прикладной механики и ЦНИИ автоматики и гидравлики была удостоена Государственной премии

СССР за разработку пассивных систем ориентации ИСЗ. От ИПУ премию получили В.Ю. Рутковский и В.И. Попов (д.т.н., профессор, работал в ИПУ до 1967 г.).

Дальнейшая эволюция этого направления, в развитие которого наибольший вклад внёс В.М. Суханов, связана с разработкой теории и систем управления деформируемыми космическими аппаратами (ДКА). Работы велись в тесном контакте с НПО прикладной механики (главный конструктор М.Ф. Решетнёв) в 1968–1994 гг. и имели важное значение для успешного выполнения проектов по созданию стационарных спутников непосредственного телевидения серий «Экран», «Луч» и ряда крупноразмерных спутников «Луч-1», «Луч-2» и др.

В области теории ДКА в последние годы разработано математическое обеспечение оперативного компьютерного вывода углового движения объекта управления (С.Д. Земляков, В.Ю. Рутковский, В.М. Глумов, В.М. Суханов). На основе объединения дискретных алгоритмов калмановской фильтрации и теории проверки статистических гипотез синтезированы рекуррентно-поисковые алгоритмы оце-



**Заведующий лабораторией № 42  
Виктор Миньонович Суханов**

нивания координат и параметров различных классов деформируемых космических аппаратов (А.С. Ермилов, Т.В. Ермилова, В.М. Суханов). На основе методов интеллектуальной диагностики и нечёткой логики синтезированы алгоритмы адаптации базового алгоритма дискретных систем управления движущимися объектами с нежёсткой конструкцией (И.Н. Крутова, В.М. Суханов, В.М. Глумов), предложены различные способы демпфирования неустойчивых мод изгибных колебаний объекта на основе оценки огибающей изгибных колебаний (А.В. Силаев).

В настоящее время лаборатория продолжает развивать теорию адаптивных систем и систем координатно-параметрического управления. Предложены принцип настраиваемой работоспособности, концепция восстанавливаемой функциональной работоспособности и настраиваемой стратегии управления, развиваются теория технической управляемости и теория оптимальных адаптивных регуляторов для нелинейных многосвязных объектов. В качестве объектов управления рассматриваются большие космические конструкции, в частности, создаваемые в космосе солнечные энергетические станции, свободнолетающие космические робототехнические модули и дискретно развивающиеся структуры, собираемые на орбите с помощью этих робототехнических модулей. К последнему классу объектов относятся большие радиотелескопы с каркасной

конструкцией антенных рефлекторов, орбитальные космические станции, будущие межпланетные корабли и др.

Тематика лаборатории весьма перспективна. В дальнейшем предполагается её развитие, включая применение теории координатно-параметрического управления для проектирования высокоэффективных систем управления движущимися объектами в условиях неопределённости.

Коллектив лаборатории активно участвует в работе международных Конгрессов ИФАК по проблемам управления, Симпозиумов ИФАК по управлению в аэрокосмическом пространстве и в других крупных зарубежных и отечественных совещаниях, посвящённых теоретическим и прикладным задачам управления.

С 1997 г. большинство сотрудников лаборатории принимают участие в исследованиях, проводимых в рамках нескольких проектов РФФИ.

При выполнении исследований по грантам ИНТАС лаборатория сотрудничала с Университетом Восточного Лондона, с университетом в г. Шеффилде (Англия), с университетом в г. Алгарве (Португалия), с Германским аэрокосмическим центром, с Белорусским государственным университетом информатики и радиоэлектроники, Харьковским государственным аэрокосмическим университетом им. Н.Е. Жуковского, с Институтом космических исследований РАН.

Сотрудниками лаборатории опубликовано более 370 работ, в том числе 12 монографий.

# ЛАБОРАТОРИЯ № 43

## УПРАВЛЕНИЯ В САМОРАЗВИВАЮЩИХСЯ СИСТЕМАХ

Лаборатория образована в 1989 г. Заведующим был избран кандидат технических наук Александр Михайлович Черкашин. Лаборатория тогда разрабатывала методологию совершенствования систем управления организационными системами. В частности, был синтезирован ряд организационных механизмов реформирования системы управления предприятиями и объединениями Министерства приборостроения, автоматизации и систем управления.



**Основатель и первый зав. лаб. № 43  
Александр Михайлович Черкашин**

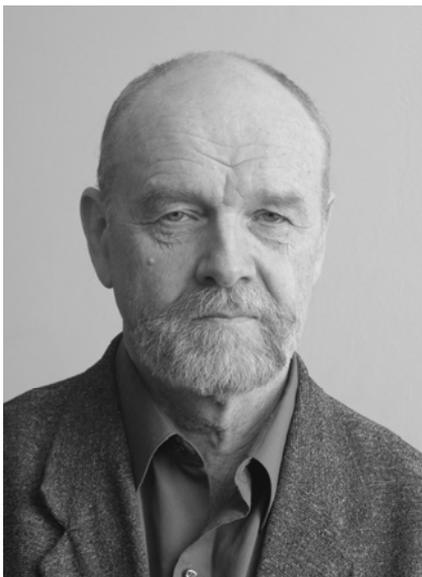
В 1995–1997 гг. лаборатория представляла ИПУ РАН в качестве головной организации по формированию «Федеральной программы социального и экономического развития коренных малочисленных народов Севера до 2000 года» (ответственные исполнители: к.т.н. А.М. Черкашин, В.Б. Гусев, В.В. Павельев, Б.И. Финогенов, А.М. Анохин). В 1996–1997 гг. лаб. № 43 вместе с лаб. № 20 принимала участие в разработке «Технико-экономического обоснования создания информационно-аналитической системы комплексной программы реконструкции города» по заказу Правительства Москвы (В.В. Павельев, В.Б. Гусев).

В 1992–2001 гг. по заказу Минэкономики (ныне – Минэкономразвития) были разработаны многоотраслевые модели (динамическая и равновесная), а также методы расчёта показателей структурной динамики экономической системы (В.Б. Гусев).

С 2001 г. по настоящее время лабораторией заведует кандидат физико-математических наук Владислав Борисович Гусев.

В 2001–2004 гг. лабораторией выполнялись работы по проекту СПП при Президиуме РАН на составную часть НИР «Комплексные исследования по созданию интегрированной системы информационно-аналитического обеспечения военно-экономического анализа и экспертиз мероприятий строительства, развития и содержания Вооружённых Сил Российской Федерации». Были выполнены разработка и практическое исследование экспериментального образца подсистемы выбора

предпочтительного варианта бюджетной заявки МО РФ и планов строительства и развития ВС РФ на 5 и 10 лет (В.Б. Гусев, В.В. Павельев).



**Заведующий лабораторией № 43  
Владислав Борисович Гусев**

В 2005–2006 гг. совместно с лаб. № 40 были проведены работы по программе инновационного развития Хабаровского края, включавшие следующие этапы:

- разработка методологии индикативного планирования для программ развития региона;
- создание прототипа математической модели и программного обеспечения системы комплексного оценивания развития региона;
- разработка методики комплексного оценивания проектов, представляемых на краевые конкурсы в сфере инновационной деятельности;
- выполнение комплексного анализа и создание концепции инновационного развития региона;
- разработка методики формирования информационной базы и разработка программного обеспечения индикативного планирования

комплексного развития региона и, собственно, формирования программы инновационного развития региона (В.Б. Гусев, В.В. Павельев).

В 2007 г. по заказу Департамента науки и промышленной политики Москвы в рамках работ по концепции управления мегаполисом были разработаны рекомендации по совершенствованию развития сфер промышленности Москвы, структуризации проблем, разработке критериев оценки состояния и предложений по новой системе управления мегаполисом (В.Б. Гусев, В.В. Павельев).

В том же году по заказу ГУП НИИ и ПИ Генплана Москвы был проведён анализ проблем управления развитием промышленности и науки в Москве с целью выявления его влияния на экономику города (В.Б. Гусев).

В 2008 г. лаборатория участвовала в разработке и совершенствовании механизмов управления развитием научно-технического потенциала Москвы. Был выполнен анализ управления развитием промышленности и науки в Москве и его влияния на экономику города в целом и разработаны рекомендации по совершенствованию системы управления мегаполисом Москва, сопровождавшиеся структуризацией проблем (В.Б. Гусев, В.В. Павельев).

Для ГУП НИИ и ПИ Генплана Москвы в том же году была начата разработка предложений по вовлечению промышленности и науки Москвы в решение социально-экономических проблем города (В.Б. Гусев, В.В. Павельев, А.Ф. Пащенко).

По заказу ЗАО «Исследовательский институт химического разнообразия» выполнена НИР «Разработка и исследование макроэкономических моделей для использования при разработке стратегии развития фармацевтической отрасли до 2020 г.». Разработана макроэкономическая модель, включающая описание фармацевтической отрасли и выполнена оценка влияния реализации различных вариантов развития фармацевтической отрасли на социально-экономическое развитие страны (А.В. Косьяненко).

В 2009–2013 гг. лаборатория участвовала в работах по Программе Президиума РАН «Разработка методов, механизмов и процедур управления инновационным развитием, природоохранной деятельностью, диверсификацией хозяйственной деятельности природно-техногенных систем при освоении месторождений полезных ископаемых». Цели проекта: разработка методов оценки и выбора направлений диверсификации производства и инновационного развития ресурсодобывающих регионов на основе динамической многоотраслевой модели прогнозирования социально-экономического развития региона (В.В. Павельев, А.Ф. Пашенко, В.Б. Гусев).

В 2012–2013 гг. лаборатория участвовала в научно-исследовательской работе по гранту РФФИ «Модели и методы выбора параметров высокоэффективных транспортных технологий и подвижного состава» (В.В. Павельев, А.М. Анохин, В.Б. Гусев).

### **Основные научные результаты**

- Изменения социально-экономических условий предъявили новые требования к теоретическому обоснованию моделей функционирования саморазвивающихся систем с автономным управлением. В результате анализа динамических моделей такого типа определены условия нормального и кризисного функционирования организационных, производственных, экологических систем. Получен формальный вид моделей сбалансированного воспроизводства многоотраслевой экономической системы, граничные условия безопасного функционирования и методы их расчёта. Предложен метод анализа чувствительности экономики к изменению отраслевых затрат. На основе многоотраслевой модели региона интенсивного освоения природных ресурсов разработан метод расчёта параметров диверсификации производства (В.Б. Гусев).
- Теория и методы целенаправленного выбора, предложенные В.В. Павельевым и В.А. Готовым, отличаются от классической теории рационального выбора тем, что в модель выбора вводится детализируемая формулировка цели. Это позволяет строить логически обоснованную древовидную структуру показателей объектов выбора. Совокупность матриц логической свёртки показателей, помещаемых в узлах древовидной структуры, представляет собой решающее правило (целевую функцию) выбора. Это решающее правило позволяет выбирать объекты, в наибольшей степени отвечающие своему целевому назначению, и давать рекомендации по их улучшению с учётом заданных ограничений. Теория целенаправленного выбора легла в основу метода векторной стратификации. Пред-

ложен метод оптимизации объектов рассмотрения при целевых функциях и ресурсных ограничениях, получаемых методом векторной стратификации на основе непрерывных шкал. Предложен также рефлексивный метод расчёта оценок полного цикла взаимодействий в многофакторной системе. Построена компьютерная реализация системы оценивания и выбора. Разработан метод автономного выбора параметров системы защиты центра обработки данных от аварий и катастроф (В.В. Павельев, В.Б. Гусев, А.М. Анохин).

- В рамках методологии анализа инновационного развития на макро- и микроуровнях рассмотрены модели и сформулирована концепция совершенствования управления инновационным развитием региона (Г.И. Зинченко, В.Б. Гусев, Ф.Ф. Пашенко).
- В качестве инструментальных средств анализа динамических моделей использовалась созданная в лаборатории (В.Б. Гусев, В.Е. Другов) система моделирования DYF, предназначенная для формализации, расчёта и отображения динамики многокомпонентных процессов, представимых поэлементно в виде системы алгебро-дифференциальных уравнений, в том числе распределённых и сосредоточенных, непрерывных и дискретных. Система отличается от существующих аналогов возможностями входного языка, средствами автоматической генерации моделей, наличием оптимизирующего блока, интегрированной средой программного сервиса и представления результатов.
- Предложены методы обработки статистических данных с сингулярными компонентами, модель процесса диффузии дробного порядка с управлением, модель финитного управления распределёнными системами, методы исследования фрактальных и мультифрактальных функций в моделях саморазвивающихся систем. Получены результаты, связанные с применением дробных производных и робастных статистических методов в экономических моделях (А.Н. Агаджанов).
- Разработаны модели классификации аграрных экономик и бистабильности рынка труда и базовая модель кондратьевских циклов. Предложены инвестиционные правила на базе оптимизации кредитного рычага. Рассмотрены модели возникновения режимов с обострением в биржевых рядах. Разработаны концептуальные модели эндогенной волатильности экономических систем. В модели центр-периферия показана возможность усиления волатильности периферийных регионов по параметру удалённости от центра (О.И. Кривошеев).
- Разработано методическое и аппаратное обеспечение медицинской диагностики, использующее высокочувствительные датчики и новые методы анализа сигналов (А.М. Кравченко, А.М. Анохин). Предложен метод расчёта терапевтической диеты при патогенных нарушениях головного мозга, основанный на модели гомеостаза ацетилхолиновых рецепторов (В.Б. Гусев, А.М. Анохин).

Полученные результаты использовались при формировании и реализации отраслевых, региональных и федеральных программ, формировании отраслевых и региональных бюджетов, создании информационно-аналитических систем их под-

держки. Кроме того, данные результаты полезны при решении задач хозяйственно-экономической деятельности корпоративных информационно-аналитических центров финансово-промышленных групп, территориально распределённых предприятий, крупных инвесторов.

**Основные направления исследований в ближайшем будущем:**

- Исследование механизмов сбалансированного целенаправленного выбора в саморазвивающихся системах, выбора вариантов планов и программ, оптимизирующего регулирования в процессе функционирования систем.
- Разработка методов математического моделирования и инструментальной поддержки аналитического обеспечения стратегического планирования и развития крупномасштабных объектов хозяйственной деятельности.
- Совершенствование методов оценки качества управления и прогнозирования процессов инновационного развития экономики региона.
- Построение качественных бистабильных моделей экономических систем.
- Разработка математического аппарата анализа саморазвивающихся систем, опирающегося на современную теорию фрактальных функций.
- Развитие методов анализа автономного управления саморазвивающимися системами и их приложений к социально-экономическим и биологическим объектам.

# ЛАБОРАТОРИЯ № 44

## ЭКСПЕРТНО-СТАТИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ



**Заведующий лабораторией № 44  
Александр Соломонович Мандель**

Лаборатория организована в декабре 1999 г. на базе сектора № 41.1 лаборатории № 41 идентификации систем управления ИПУ РАН. Заведующим лабораторией был назначен доктор технических наук Александр Соломонович Мандель. В составе лаборатории 9 человек, из них один – доктор, трое – кандидаты технических наук.

В 70–80-е гг. в лаб. № 41 под руководством лауреата Государственной премии СССР д.т.н., проф. Н.С. Райбмана и к.т.н. А.С. Манделя трудилась группа научных сотрудников, которая занималась решением задач идентификации и управления в производственно-складских системах. Работы этой группы органично сочетали продвинутое фундаментальное исследование и эффективные народно-хозяйственные применения. В частности, выполненный в группе проект внедрения адаптивных методов управления запасами в практику работы аптечной сети страны был удостоен медали ВДНХ. Значительным достижением стала и система управления запасами горячекатаной заготовки для Первоуральского новотрубного завода.

В конце 80-х – начале 90-х гг. в лаб. № 41 возникло новое направление в теории идентификации и управления, которое было предложено А.С. Манделем и получило название теории экспертно-статистических систем управления и идентификации (систем экспертно-статистической обработки информации). Поначалу основной сферой практического применения экспертно-статистических методов были системы организационной и социально-экономической природы. В результате создания лаб. № 44 новое направление было оформлено как самостоятельное.

Распространение статистических методов идентификации и вероятностных моделей на решение проблем управления объектами социально-экономической природы подтвердило гипотезу, возникшую на рубеже конца 80-х – начала 90-х гг. В соответствии с этой гипотезой проблема адекватного описания процессов, развивающихся в сложных системах, может быть решена корректно только в том случае, когда наряду со статистическими данными (результатами измерений) учитываются и обрабатываются данные субъективного происхождения (экспертные оценки, мнения, знания, правила работы со знаниями и т.п.). Так было положено начало разработке экспертно-статистического подхода к обработке данных и теории экспертно-

статистических систем, идея которой заключается в интеграции средств обработки и идентификации данных объективного и субъективного происхождения и разработке соответствующих методологии и математического аппарата.

В дальнейшем принципы экспертно-статистического подхода к решению задач управления и идентификации были распространены на некоторые классы задач для объектов технической сферы (грант РФФИ, проект № 06-08-00415-а, 2006–2008 гг.).

В процессе исследований 2002–2003 гг. к.т.н. А.Г. Беляковым и А.С. Манделем был предложен мощный инструмент экспертно-статистической обработки информации, получивший название метода аналогов. Метод аналогов и созданные на его базе алгоритмы предназначались для решения задач прогнозирования временных рядов по коротким выборкам. Идея метода аналогов базировалась на предположении о том, что при прогнозировании временных рядов во многих предметных областях эксперты строят прогнозы, опираясь на сложившиеся у них представления о тех объектах или процессах, предыстория которых им полностью известна. При этом предполагается, что число таких объектов-аналогов достаточно велико и пространство признаков объектов, информация о которых составляет основное содержание профессионального опыта экспертов, поддаётся автоматической классификации. В последние годы удалось разработать модифицированные версии алгоритмов метода аналогов, которые предназначены для решения задач поддержки принятия управляющих решений в организационных системах (А.С. Мандель) и при инвестиционном планировании (к.т.н. Д.С. Сизых).

#### **Основные направления исследований:**

- Теория экспертно-статистических систем управления и идентификации (А.С. Мандель, к.т.н. И.С. Дургарян, Д.А. Бордуков).
- Методы управления производством и запасами в условиях неопределённости (А.С. Мандель, И.И. Барладян, Н.И. Борзенко, А.Б. Токмакова).
- Методы решения задач маркетинга (Д.С. Сизых).
- Методы прогнозирования в условиях неполноты исходных и текущих данных (Д.А. Бордуков, А.С. Мандель).
- Экспертно-статистические и экспертно-классификационные методы поддержки принятия решений (Д.А. Бордуков, А.С. Мандель, Д.С. Сизых).
- Методы профессионального тестирования (Д.С. Сизых, к.т.н. Н.В. Сизых).

#### **Полученные теоретические результаты:**

- Создана концепция экспертно-статистической обработки информации для решения задач идентификации и управления по данным измерений и результатам экспертных оценок.
- Разработаны новые адаптивные алгоритмы и алгоритмы калмановской фильтрации для управления запасами в системах с нестационарным спросом.
- Создан комплекс средств для решения проблемы структурного прогнозирования при учёте ограничений.
- Разработаны алгоритмы и методика экспресс-оценки инвестиционной привлекательности предприятий.

### Прикладные результаты:

- Выполнены имитационное моделирование и выбор рациональных параметров системы «Мосгорархива».
- Выпущен один из томов эскизного проекта системы коммунальных служб, подчинённых Департаменту жилищно-коммунального хозяйства г. Москвы.
- Разработаны алгоритмы прогнозирования состояния железнодорожных путей и полосы отвода (грант РФФИ).

Кроме того, по сложившейся традиции ряд сотрудников лаб. № 44 (А.С. Мандель, И.И. Барладян, И.С. Дургарян, А.Б. Токмакова) составляют «ядро» рабочей группы Оргкомитета периодически проводимых Институтом Международных конференций по проблемам управления (МКПУ). Первая такая конференция была приурочена к празднованию 60-летия Института и прошла в 1999 г., МКПУ-II проводилась в 2003 г., МКПУ-III – в 2006 г., а МКПУ-IV прошла в январе 2009 г. (в рамках Мультиконференции «Теория и системы управления»). В настоящее время эта группа участвует в подготовке Всероссийского совещания по проблемам управления (ВСПУ-2014). МКПУ продемонстрировали, что проблемы управления интересуют всех. Подтверждением тому может служить участие в МКПУ-II поэта Евгения Евтушенко, выступившим с приветственным словом от «гуманитариев». На левом фото ниже вы видите его за столом президиума заседания открытия.



Евгений Евтушенко на МКПУ-II



Регистрация участников  
МКПУ-IV (26 января 2009 г.)

### Преподавательская и образовательная деятельность

Сотрудники лаборатории активно участвуют в подготовке научных и инженерных кадров. В лаборатории регулярно проходят практику студенты МФТИ и МГУ. Двое из них, выпускники физфака МГУ Д.А. Бордуков и К.Р. Власов, вошли в штат лаборатории.

А.С. Мандель является профессором кафедры «Физико-математические методы управления» физфака МГУ им. М.В. Ломоносова и кафедры «Техническая кибернетика» факультета аэрокосмических исследований МФТИ. Старшие научные сотрудники Д.С. Сизых и Н.В. Сизых (проф.) также преподают в нескольких вузах.

# ЛАБОРАТОРИЯ № 45 МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ УПРАВЛЯЕМЫХ СИСТЕМ

Лаборатория была основана в 1982 г. Заведующим лабораторией с момента ее создания по настоящее время является доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ Вадим Фёдорович Кротов.

Научное направление лаборатории – проведение исследований по теории оптимальных систем управления, в частности: развитие методов вариационного исчисления и теории оптимального управления, разработка алгоритмов синтеза и оптимизации управления, их применение к объектам разной природы – техническим, физическим, экономическим.

Математическая специфика этого направления сводится к формулировке условий глобальной оптимальности управления динамическими системами и созданию основанного на них аппарата решения соответствующих задач. Всё начиналось с создания и изучения этого аппарата для детерминированных систем, описываемых обыкновенными дифференциальными уравнениями. Затем полученные первоначально результаты были обобщены, с одной стороны, «вглубь» – в направлении их смыкания с необходимыми условиями минимума функционалов вариационного исчисления и теории оптимального управления, вплоть до получения единых необходимых и достаточных условий, а с другой стороны – «вширь»: распространены на новые классы задач с распределёнными параметрами, с неполной информацией и т.д.

Уравнения теории оптимального управления крайне сложны, и их решение сопряжено со многими вычислительными проблемами, составляющими предмет прикладной части теории оптимального управления – вычислительных методов синтеза допустимого и оптимального управлений. Были разработаны новые эффективные универсальные методы последовательного улучшения управления, опирающиеся на указанные идеи и подкреплённые вычислительным опытом и соответствующими программными средствами.



**Заведующий лабораторией № 45  
Вадим Фёдорович Кротов**

Разработка этого интересующего весь мир направления математической теории оптимального управления ведётся в сотрудничестве с рядом научных коллективов РАН и университетов России, стран СНГ и дальнего зарубежья (Германия, США, Израиль и др.), причём лаб. № 45 ИПУ РАН играет здесь ведущую роль. Работы лаборатории отражены в многочисленных монографиях, учебниках, обзорах и статьях, в которых развиваются и излагаются соответствующие результаты. Подробный анализ результатов исследований по данному направлению и его приложениям содержится в монографии: *Krotov V.F. Global Methods in Optimal Control Theory*. N.Y.: Marcel Dekker, 1996. 408 p. (книга доступна в Google.Books по адресу <http://books.google.ru/books?id=SbWdfKZtvj0C>).

Эти математические результаты применялись для исследования следующих прикладных научно-технических проблем:

1. Оптимизация траекторий движущихся объектов.
2. Анализ и синтез соответствующих систем управления.
3. Моделирование и анализ развития многоотраслевой экономики.
4. Синтез и оптимизация управления квантовым состоянием вещества.

Из проблем направлений 1 и 2 выделим задачи оптимального управления манёврами летательного аппарата в атмосфере Земли при помощи программного изменения тяги двигателя и угла атаки. Расчёты этих манёвров постоянно воспроизводятся в инженерной практике применительно к различным классам летательных аппаратов – от космических ракет до самолётов. Есть большое число публикаций по решению этих задач при помощи уравнений принципа максимума и других способов локальной оптимизации. Предлагаемые лабораторией подходы отличаются от других известных тем, что решают проблему отыскания абсолютного оптимума, и продвинутостью аналитической части решения, алгоритмической простотой и, в частности, отсутствием краевых задач.

В рамках прикладного направления 3 проведены исследования нелинейных оптимизационных моделей развития многоотраслевой экономики, нашедшие отражение в журнальных публикациях и в вузовском учебнике коллектива авторов из ИПУ РАН и Московского университета статистики и информатики под общей редакцией В.Ф. Кротова, утверждённом Министерством образования РФ (1990).

Большой интерес представляет прикладное направление 4. В настоящее время существует обширная и бурно развивающаяся область новых физических технологий, базирующихся на управлении квантовым состоянием вещества за счёт воздействия на него электромагнитным полем. Среди них – синтез новых материалов при помощи физических средств (вместо химических), разделение изотопов, фотохимия и др. Математический алгоритм синтеза подобного управления является важнейшей частью проектирования этих нанотехнологий.

По общему мнению физиков, адекватным аппаратом для подобного синтеза являются методы теории оптимального управления. Соответствующие задачи описываются системами нелинейных дифференциальных уравнений, имеющими порядки в несколько тысяч. Были проведены исследования решений таких задач при помощи разработанных в лаб. № 45 методов последовательного улучшения. Публикация этих методов породила в последние два десятилетия волну исследований специалистов-физиков и соответствующие публикации в ведущих мировых физических и физико-химических журналах (например: *Eitan R., Mundt M. & Tannor D.J. Optimal Control with Accelerated Convergence: Combining the Krotov and Quasi-Newton Methods // Physical Review. 2011. Vol. 83. Issue 5. 053426. URL: <http://pra.aps.org/abstract/PRA/v83/i5/e053426>*).

Совместно с Институтом математики Национальной академии наук Беларуси, Институтом динамики систем и теории управления СО РАН и Казанским научно-исследовательским техническим университетом по грантам РФФИ, а также по программам Президиума РАН и ОЭМППУ РАН развиваются методы нелинейного анализа и управления гибридными и другими логико-динамическими системами (руководитель С.Н. Васильев).



**Станислав Николаевич  
Васильев**

# ЛАБОРАТОРИЯ № 46

## СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ



**Основатель и  
первый зав. лаб. № 46  
Эдуард Анатольевич Трахтенгерц**

В 1967 г. для проведения работ по развитию теории и методов разработки программного обеспечения автоматизированных систем управления была создана отдельная группа под руководством Эдуарда Анатольевича Трахтенгерца. В группе развернулись как теоретические исследования в этом направлении, результатом которых стала публикация нескольких монографий и брошюр, так и большие практические работы. Сотрудники группы принимали участие в реализации таких крупных проектов, как «Сирена», гибридного вычислительного комплекса ГВС-100 и др. (Э.А. Трахтенгерц, С.Я. Виленкин, Л.Н. Горинович, В.А. Пронина, А.Н. Таранова).

В 1973 г. группа была преобразована в лабораторию во главе с Э.А. Трахтенгерцем (ныне – г.н.с., д.т.н., профессор). Её основным направлением стали исследование и разработка теории и методов создания архитектуры и программного обеспечения высокопроизводительных многопроцессорных вычислительных систем. Результатом теоретических исследований явилась защита двух докторских (Э.А. Трахтенгерц, С.Я. Виленкин) и свыше 20 кандидатских диссертаций. Основной практический результат лаборатории в 70–80-е гг. – создание программного обеспечения высокопроизводительных многопроцессорных вычислительных систем (Э.А. Трахтенгерц, Л.Н. Горинович, В.А. Пронина, А.В. Бабичев, Е.Л. Кулида, В.Г. Лебедев).

За работы, выполненные в эти годы, сотрудники лаборатории неоднократно награждались различными дипломами.

С 1991 г. по настоящее время лабораторией руководит доктор технических наук Валентин Григорьевич Лебедев, один из учеников Э.А. Трахтенгерца.

С начала 90-х гг. лаборатория занимается исследованием и разработкой теории и методов создания компьютерных систем поддержки принятия решений.

Из практических работ этих лет можно отметить создание систем автоматизации проектирования электрооборудования для АНТК им. А.Н. Туполева (В.Г. Лебедев, А.М. Миллер, М.Ю. Ходжаянц), участие в создании системы поддержки принятия решений по ликвидации последствий радиационного воздействия (Э.А. Трахтенгерц), создание прототипа системы поддержки принятия реше-

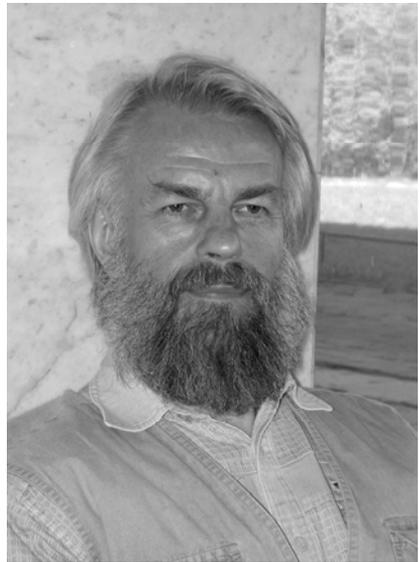
ний для экипажа летательного аппарата (В.Г. Лебедев, Е.Л. Кулида, И.П. Крюкова) совместно с Раменским проектно-конструкторским бюро и Военно-воздушной академией им. Ю.А. Гагарина, создание системы автоматизированного управления электропечью постоянного тока для выплавки кремния на Запорожском алюминиевом комбинате (В.А. Пронина, З.Н. Пех совместно с лаб. № 29) и другие работы.

В конце 90-х гг. в лаборатории был разработан графический интерактивный подход для построения программных средств моделирования и системного анализа, применённый при проектировании высокопроизводительного процессора цифровой обработки сигналов по заказу фирмы *Nova Management* (США) (В.Г. Лебедев, Е.Л. Кулида, И.П. Крюкова).

Разработана и исследована концепция построения информационного обеспечения систем поддержки принятия оперативных решений, заключающаяся в выделении информационного ядра системы, содержащего информационные модели объекта управления и внешней среды, и функциональной части системы, реализующей методы обработки определённых в информационном ядре типов информационных моделей.

На основании Федеральной целевой программы «Уничтожение запасов химического оружия в РФ» в 2002–2007 гг., используя принципы современного комплексного анализа экологической ситуации в зоне техногенного воздействия объекта уничтожения химического оружия, разработана и обоснована методология построения центра сбора и обработки информации об экологической обстановке для объектов повышенного риска. Предложена функциональная, информационная и программно-аппаратная структура такого центра, которая обеспечивает высокоэффективную комплексную систему слежения, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды, своевременное предупреждение о критических ситуациях. Созданы информационно-аналитические центры систем производственного экологического мониторинга на трёх объектах уничтожения химического оружия (В.Г. Лебедев, И.П. Крюкова, Е.Л. Кулида совместно с другими лабораториями Института).

В рамках работ по этой Федеральной целевой программе в лаборатории также разработана и исследована методика построения компьютерных тренажёрных комплексов на основе программного обеспечения систем поддержки принятия оперативных решений. Созданные комплексы позволяли вести отработку практических навыков, вовлекая операторов в процесс оперативного управления реально



**Заведующий лабораторией № 46  
Валентин Григорьевич Лебедев**

изменяющимся динамическим объектом при штатных и аварийных режимах его функционирования.

Одним из важных направлений работ лаборатории в последние годы является разработка методов, моделей и алгоритмов управления движущимися объектами с учётом факторов конфликтности для систем поддержки принятия решений экипажами летательных аппаратов и морских подводных объектов. В частности, совместно с Центральным аэрогидродинамическим институтом им. Н.Е. Жуковского предложена методика использования бортовой модели самолёта для прогноза его движения, обнаружения потенциальных конфликтных ситуаций и определения реализуемости траекторий, сгенерированных для разрешения конфликтов. В рамках данной работы проводятся исследования и разработка методов и алгоритмов управления маневрированием самолёта на малой высоте в условиях многокритериальности, неопределённости и риска, связанных со сложным рельефом местности, погодными факторами и воздушным движением. Кроме того, совместно с другими лабораториями Института разрабатывается система поддержки принятия решений по управлению морским подводным объектом в режиме реального времени, в частности, осуществляется оптимизация параметров траектории по комплексному критерию с учётом различных физических полей.

Коллектив лаборатории (в числе сотрудников – 3 доктора и 6 кандидатов наук) все годы своего существования – более 40 лет – осуществляет свою научную и практическую деятельность, проводя перспективные фундаментальные исследования в области развития теории и методов построения систем поддержки принятия решений и сложных информационно-управляющих комплексов.

# ЛАБОРАТОРИЯ № 48

## РАДИОВОЛНОВЫХ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ НЕЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

С начала 60-х гг. в лаборатории академика Б.Н. Петрова велись исследования, связанные с решением задач контроля запасов и расходования ракетных топлив. В связи с результативностью и перспективностью этих работ группа сотрудников, занимавшаяся этим направлением, была преобразована в самостоятельную научную лабораторию, которую возглавил доктор технических наук Владимир Андреевич Виктор. С середины 80-х гг. лабораторией руководит кандидат технических наук Борис Васильевич Лункин. В составе лаборатории – 7 сотрудников, включая двух докторов технических наук и трёх кандидатов.



**Основатель и  
первый зав. лаб. № 48  
Владимир Андреевич  
Виктор**

### **Этапы научных исследований:**

- Разработка принципов построения высокочастотных датчиков уровня и запасов топлив в условиях неопределённости их распределения. Эти новые в мировой практике работы выполнялись в основном по заказам ВПК. Научные результаты отражены в монографиях: *В.А. Виктор* «Резонансные датчики уровня» (1969) и *В.А. Виктор, Б.В. Лункин* «Измерители количества и плотности различных сред» (1973).
- Построение систем измерения, инвариантных к возмущающим факторам. Впервые были созданы двухканальные датчики уровня. В середине 70-х гг. лаборатория осуществляла научное руководство серийным освоением унифицированного комплекса высокочастотных уровнемеров и сигнализаторов жидких и сыпучих сред. Научные результаты, полученные в этот период, отражены в монографиях: *Б.Н. Петров, В.А. Виктор, Б.В. Лункин, А.С. Совлуков* «Принципы инвариантности в измерительной технике» (1976) и *В.А. Виктор, Б.В. Лункин, А.С. Совлуков* «Высокочастотный метод измерения неэлектрических величин» (1978). За разработку теории построения высокочастотных датчиков и освоение их промышленного производства сотрудникам лаборатории В.А. Викторову, Б.В. Лункину и В.И. Мишенину присуждена Государственная премия СССР (1977).
- Поиски новых принципов построения радиоволновых датчиков для решения задач измерения, не имеющих эффективного решения на базе других методов, с использованием ВЧ- и СВЧ-техники.

Решались практические задачи измерения для металлургического производства, криогенной техники, космоса. Лаборатория участвовала в создании наземной измерительной системы, обеспечивающей контроль заправки ракетно-космического комплекса «Энергия–Буран». Под научным руководством лаборатории была создана и эксплуатировалась бортовая система контроля количества топлива в баках космического корабля «Мир». Научные результаты этих работ отражены в монографии: *В.А. Викторов, Б.В. Лункин, А.С. Совлуков* «Радиоволновые измерения» (1989).



**Заведующий лабораторией № 48  
Борис Васильевич Лункин**

Работами лаборатории интересовались за рубежом, велись совместные проекты с институтами и фирмами ряда стран: бывшей Югославии, Болгарии, КНДР, Франции.

Наряду с разработкой теории и приложений радиоволнового метода измерений в лаборатории ведутся исследования общих вопросов измерения и метрологии. Предложена математическая модель воспроизведения слабо неоднородных объектов на основе измерения резонансных частот для оценки геометрических размеров, формы и плотности объекта. Разработана методология построения экспертной системы выбора оптимального принципа измерения на начальной стадии проектирования датчиков по заданным техническим требованиям. Предложена методика метрологического диагностирования датчиков в условиях штатного режима их работы.

За последние годы лаборатория провела более десяти проектов на уровне НИОКР. Созданы автоматизированная система предупреждения взрывов в шахтах на базе радиочастотного датчика количества осаждаемой пыли, система измерения запасов топлива в баках Международной космической станции, комплекс средств и алгоритмов для определения покомпонентного объёмного содержания нефтеводяного потока в скважинах, датчик расхода неоднородных смесей в безнапорных каналах.

В течение ряда лет проводятся исследования методов многопараметровых и инвариантных измерений параметров веществ в условиях неопределённости их фазового состояния, методов с применением микроволновых компонент в качестве функциональных элементов датчиков. В содружестве с ЗАО «Техносенсор» разработаны метод и серийные устройства для измерений параметров сжиженных углеводородных газов в резервуарах и трубопроводах (д.т.н. А.С. Совлуков).

В настоящее время ведутся теоретические работы в области синтеза многоканальных датчиков и разработки алгоритмов для решения задач измерения в усло-

виях неполной информации о состоянии объектов. Предложен алгоритм решения задачи измерения параметров трёхслойной среды, основанный на возбуждении электромагнитного поля в резонаторе W-образной структуры на пяти собственных частотах. Алгоритм опирается на решение системы уравнений, составленной из соотношений, которые связывают собственные частоты и контролируемые параметры. Алгоритм обеспечивает однозначность и высокую точность измерения (Б.В. Лункин, Н.А. Криксунова).

При высоком уровне развития современной элементной базы (синтезаторов частоты, аналого-цифровых преобразователей, микропроцессоров и др.) повышение метрологических показателей радиочастотных датчиков сдерживалось недостаточным развитием алгоритмической базы, которая основывалась на аналоговых методах обработки измерительной информации. Впервые для измерения резонансной частоты и добротности, являющихся основными информативными параметрами радиочастотных датчиков, было предложено использовать методы рандомизации и аппроксимации. Исследования на компьютерных моделях датчиков показали возможность повышения точности измерения на порядок (В.Я. Фатеев)

Проводятся исследования современных вычислительных методов сложной обработки выходных сигналов радиоволновых датчиков для снижения технологических требований к «железу», что позволит значительно снизить стоимость устройств при высоких показателях точности измерения. Эти показатели достигнуты при использовании вейвлет-преобразования сигналов радарных датчиков. Аналогичные исследования проводятся для улучшения характеристик датчиков бесконтактного мониторинга дыхания и пульса в медицинской практике. Ведутся также работы по использованию когерентного вейвлет-анализа при одновременном акустическом и радиоволновом воздействии на многокомпонентную диэлектрическую среду (Д.В. Хаблов).

# Лаборатория № 49

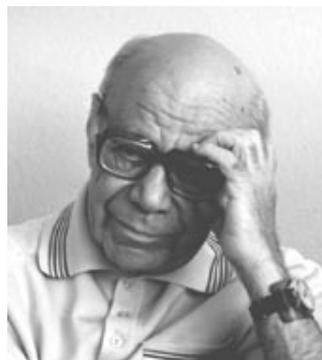
## ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ МНОГОЦЕЛЕВЫМИ ОБЪЕКТАМИ

Лаборатория была создана в 1968 г. известным учёным в области теории автоматического управления – Семёном Исааковичем Бернштейном. С 1989 по 2013 г. лабораторией руководил доктор технических наук, профессор, действительный член Международной академии навигации и управления движением Манучер Хабибуллаевич Дорри. В настоящее время заведующим лабораторией является доктор технических наук Георгий Григорьевич Гребенюк. В составе лаборатории – 15 человек, из них 3 доктора и 5 кандидатов технических наук.

Лаборатория традиционно вела исследования в двух взаимосвязанных направлениях разработок: (а) структур и алгоритмов управления сложными динамическими объектами, в частности энергетическими установками и морскими подвижными объектами, и (б) принципов построения и создания программного обеспечения автоматизированного проектирования систем управления и экспертных систем для оценки принимаемых решений.

В лаборатории были разработаны многие системы автоматического управления техническими средствами перспективных морских объектов и систем автоматизированного управления технологическими процессами. Были решены теоретические вопросы, связанные с расчётом уравнений тепломассопереноса на вычислительных машинах и обоснованием структурно-иерархического построения инструментальных средств автоматизации динамического анализа и расчёта систем управления. Предложены процедуры и алгоритмы исследования устойчивости, моделирования, оптимизации параметров и т.п.

Теоретические работы легли в основу создания ряда программных комплексов для анализа и синтеза систем управления. Один из них, «Экспресс-Радиус», первая версия которого разработана в 1998 г., нашёл широкое применение в НИИ и вузах страны. В настоящее время создан новый программный комплекс РДС (расчёт динамических систем), который по многим характе-



**Основатель и  
первый зав. лаб. № 49  
Семён Исаакович  
Бернштейн**



**Манучер Хабибуллаевич  
Дорри**

ристикам превосходит известные отечественные и зарубежные аналоги и позволяет строить полномасштабные исследовательские стенды для анализа поведения сложных технических объектов. Комплекс РДС хорошо приспособлен к решению динамических и логических задач и обладает такими возможностями, как визуальное создание иерархических блок-схем систем управления, задание логики работы блоков систем, групповое изменение характеристик блоков и т.п. Эти свойства использованы при построении информационной модели теплоснабжения Москвы и в решении других задач жизнеобеспечения города.

Разработка математических методов решения задач управления движением морских объектов с трудно формализуемой моделью – одно из направлений, развиваемых в лаборатории. Перечень рассматриваемых вопросов включает методы фильтрации и восстановления неизмеряемых координат для решения задач управления движением, а также использование для этих целей аппарата нечётких множеств.

Лаборатория координирует работу Межведомственного совета по управлению движением морских судов и специальных аппаратов, который в 1969 г. организовал академик АН СССР В.А. Трапезников. Основная задача Межведомственного совета – координация научно-производственной деятельности в стране в области автоматизации управления подвижными специальными объектами. Бесменным секретарём Совета по сей день является сотрудник лаборатории, заслуженный изобретатель России, действительный член Международной академии навигации и управления движением, к.т.н. Г.Э. Острцов. Ежегодные конференции по данной тематике (в 2008 г. прошла 35-я конференция) организуются лабораторией. В них принимают участие специалисты от многих ведущих организаций и предприятий России.

**Основные направления обсуждаемых работ:**

- Проблемы использования новых источников информации и исполнительных средств, позволяющих строить новые законы автоматического управления движением судов.
- Методы повышения качества и безотказности систем автоматического управления подвижными объектами.
- Способы обработки и представления информации оператору.
- Проектирование, отладка, контроль и диагностика САУД.
- Построение виртуальной среды (в том числе тренажёров) для разработки и исследования систем управления.

Под руководством д.т.н. Г.Г. Гребенюка в 90-х гг. зародилось новое направление: разработка информационно-аналитических автоматизированных систем для управления крупными организационно-техническими комплексами, такими как топливно-энергетическое хозяйство (ТЭХ) мегаполиса. Эти комплексы характеризуются недостаточной структуризацией объектов, задач, процессов управления, множественностью



**Зав. лаб. № 49  
Георгий Григорьевич  
Гребенюк**

связей между ними. Принят в промышленную эксплуатацию ряд крупных автоматизированных систем, в том числе направленных на повышение энергоэффективности объектов ТЭХ Москвы. Дальнейшее развитие данного направления связано с разработкой моделей и методов управления инфраструктурными объектами, к примеру, системами энергоснабжения по критериям энергоэффективности и отказобезопасности функционирования, методов и средств проектирования больших информационно-управляющих систем с использованием многоаспектного подхода.

На основе методов и подходов, связанных с искусственным интеллектом, лаборатория разрабатывает методы анализа ситуаций в пространстве нечётких отношений для моделирования поведения сложных дискретных объектов и процессов. Это направление возглавляет д.т.н., проф., действительный член Международной академии информатизации И.И. Девятков. Объектом исследования являются системы информационной поддержки процессов управления сложными организационно-техническими комплексами с мультиагентной архитектурой. Рассматриваемые задачи исследования мультиагентных систем охватывают методы распознавания образов, вывода заключений, представления и модификации знаний, методы планирования и поиска целей, защиты информации и др. Для разработки моделей агентов и баз знаний используются ситуационные исчисления различного типа. За последние годы в рамках данного направления проведены теоретические исследования по развитию нечёткозначных исчислений, которые могут использоваться для разработки моделей агентов. Кроме того, развиты методологии использования этих исчислений для создания агентств в области распознавания ситуаций в различных сферах. Продолжается исследование методологий разработки агентств для анализа ситуаций на объектах городского хозяйства.

Таковы основные направления деятельности лаборатории, которые нацелены на разработку теории, принципов и методов построения систем управления в области энергетики, управления подвижными объектами и информационной поддержки многоцелевых организационно-технических комплексов.

# ЛАБОРАТОРИЯ № 51

## КОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ СИТУАЦИЙ



**Основатель  
и первый зав. лаб. № 51  
Валерий Иванович Максимов**

Лаборатория создана в 1991 г. Первым её заведующим был Валерий Иванович Максимов, ставший впоследствии доктором технических наук. С 2008 г. лабораторию возглавляет доктор технических наук Нина Александровна Абрамова.

С первых дней существования выполняемые в лаборатории исследования были направлены на разработку научных основ теории управления в слабоструктурированных ситуациях (социально-экономических, политических и др.). К слабоструктурированным относят ситуации, для исследования которых наряду с известными количественными данными используются абстрактные, качественные переменные, выявляемые на основе экспертных знаний. Также к ним можно отнести относительно новые ситуации с недостаточным опытом их оценивания.

В качестве основного концептуального средства был выдвинут когнитивный подход – развивающееся направление в области решения задач анализа, моделирования, идентификации, оценки, прогнозирования, управления развитием слабоструктурированных объектов, систем, ситуаций.

### **Отличительные особенности когнитивного подхода:**

- Процесс решения практических задач рассматривается как когнитивная (познавательная) деятельность людей, в которой применение формальных моделей и методов является лишь частью, этапом решения, наряду с не менее важным этапом формализации представлений о слабоструктурированных объектах и ситуациях, а также целях, интересах и мотивациях субъектов, вовлечённых в процесс решения задач.
- Для повышения достоверности решения практических задач важная роль при разработке теоретических моделей и методов, информационных технологий и систем поддержки принятия решений отводится:
  - 1) проблеме рисков для достоверности, обусловленных человеческим фактором, и методам снижения рисков в жизненном цикле таких моделей, методов и технологий;
  - 2) учёту знаний, накопленных и развиваемых в когнитивных науках (междисциплинарный подход).
- При решении практических задач в качестве основного (но не единственного) формализма для представления знаний о слабоструктурированных ситуациях

исследуются и применяются когнитивные карты – модели представления знаний экспертов в виде структуры причинно-следственных влияний между разнородными факторами ситуации.

### **Полученные результаты:**

- Систематизировано разнообразие теоретических моделей когнитивных карт и созданы основы для развития их единой теории.
- Построено семейство функциональных когнитивных карт, удовлетворяющих предложенным критериям качества и совместимых в единой информационной технологии решения задач.
- Предложен и развит экспертный подход к верификации когнитивных карт, включая семейство практически значимых критериев отсутствия рисков для достоверности решения задач.
- Разработан комплекс научно обоснованных методов, технологических приёмов и обучающих методик, ориентированных на внедрение в системы поддержки принятия решений и ситуационные центры. Отличительные особенности предлагаемого комплекса:
  - повышение достоверности моделей посредством сквозной верификации и столкновения точек зрения (рефлексивный анализ);
  - развитие средств визуальной аналитики, повышение понятности моделей;
  - возможность интеграции с существующими технологиями анализа ситуаций посредством когнитивных карт и других моделей причинно-следственных влияний.



**Заведующая лабораторией № 51  
Нина Александровна Абрамова**

По основным подходам (верификация моделей, техники визуальной аналитики) предлагаемый комплекс методов опережает мировой уровень и расширяет известные возможности технологий когнитивного моделирования.

С 2001 г. лаборатория является организатором международной конференции «Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций».

За последние годы в лаборатории выполнен ряд НИР и НИОКР по заказам Министерства обороны и Совета безопасности России, правительств ряда субъектов РФ, высших органов власти Республики Казахстан, а также ряда коммерческих организаций.

Сотрудниками лаборатории разработан ряд компьютерных систем поддержки принятия решений, которые были представлены на выставках SofTool, «Российский Софт» и др. и награждены дипломами. Диалоговые комплексы применяются в федеральных и региональных органах власти и учебных заведениях России и стран СНГ.

# ЛАБОРАТОРИЯ № 54

## СТРУКТУРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ



**Заведующий  
лабораторией № 54  
Владимир Васильевич  
Маклаков**

Лаборатория № 54 была создана в 2002 г. Её руководителем является доктор технических наук, профессор Владимир Васильевич Маклаков – автор более 100 научных и методических трудов, в том числе 7 изобретений и одного открытия в области процессов управления. В.В. Маклаков работает в ИПУ РАН с 1979 г., пройдя путь от аспиранта до зав. лабораторией. В лаборатории ведутся фундаментальные исследования открытой здесь закономерности и разрабатываются имитационные модели, когерентные методы, алгоритмы для управления процессом сложных систем.

Исследования ведутся по трём основным направлениям, о которых будет рассказано ниже.

### **Разработка когерентных методов и алгоритмов контроля параметров подвижных объектов, а также управления их движением**

Исследования ведутся в рамках плана фундаментальных исследований РАН и направлены на разработку новых принципов, методов алгоритмов контроля и управления беспилотными летательными аппаратами и большими космическими системами с переменной структурой. Разработаны математические модели комплексов сложных систем управления беспилотными летательными аппаратами (БПЛА); алгоритмы и программные средства для решения ряда специальных задач управления. По данному научному направлению в 2011 г. сотрудник лаборатории А.В. Полтавский защитил диссертацию на соискание учёной степени доктора технических наук, где на основе фундаментальных уравнений Максвелла исследовал открытую в лаборатории закономерность. Им опубликованы 26 статей в рецензируемых журналах, получено 12 патентов РФ на изобретения и один Евразийский патент, он также участвовал в 28 научно-практических конференциях и семинарах, в том числе международных. Под руководством д.т.н. А.В. Полтавского В.М. Бородуля работает над диссертацией по развитию когерентных методов. Им создан лабораторный стенд для экспериментального исследования когерентных методов. Он также является соавтором статьи и патента. К.т.н. А.Е. Аверкин опубликовал одну монографию по охране интеллектуальной собственности и 12 научных статей в области разработки сложных систем. Аспирант Э.А. Гюльалиев работает над диссертацией по актуальной проблеме развития когерентных методов и алгоритмов для создания первичных преобразователей информации для контроля технологических процессов нефтегазодобывающей отрасли. Аспирант А.А. Якунин работает над диссертацией по

проблеме компьютерных систем управления сложными техническими комплексами. Докторант к.т.н. А.А. Бурба работает над диссертацией на тему «Информационно-аналитическая система оценки эффективности управления многофункциональными робототехническими комплексами». Докторант к.т.н. С.С. Семёнов работает над диссертацией на тему «Метод оценки технического уровня и оптимизации структуры сложных технических систем». Соискатель С.П. Жирнов работает над имитационными моделями сложных систем управления.



**Лаборатория В.В. Маклакова в полном составе**

В лаборатории разработаны когерентные методы, новые технические решения, алгоритмы и специальные программные средства для прецизионной системы управления лазерным излучением с обратной связью. Возможные области применения: большие космические системы с переменной структурой, защитные технологии сверхвысокого разрешения, лазерные технологии для управления сложными системами.

#### **Математическое моделирование процессов управления состоянием наносистем на основе новых радиофизических методов**

Данное направление фундаментальных исследований основано на обнаруженных профессором В.В. Маклаковым радиофизических эффектах фотонно-квантового управления состоянием наносистем в неорганических, органических и биоорганических средах. Разработаны когерентные методы и алгоритмы идентификации и защиты от фальсификации документов и культурных ценностей, которые позволили формировать наноидентификаторы в различных материалах без разрушения их структуры с помощью когерентного электромагнитного излучения. Разрабатываются имитационные модели процессов взаимодействия когерентных электромагнитных полей с индуцированными периодическими наноструктурами. В лаборатории были выполнены НИР по заказам Министерства обороны РФ, ГОЗНАКа и секции прикладных исследований РАН. В.В. Маклаковым получены патенты РФ.

### **Исследование закономерностей структурной оптимизации сложных систем**

Данное исследование проводится в соответствии с Резолюцией 31 сессии Генеральной Конференции ЮНЕСКО, принятой по инициативе России.

Разрабатываются имитационные модели когерентных процессов в сложных системах. Для моделирования процессов в таких системах был предложен новый класс математических функций – «симилярные функции». В этом направлении участвуют В.В. Маклаков, А.В. Полтавский, д.т.н., проф. В.В. Камакин. Работы ведутся совместно с ИМБП РАН, ИБГ РАН, МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Полученные результаты обсуждались на трёх международных семинарах «Управление и самоуправление сложных систем». По ним также получены патенты РФ и других стран. Результаты этих исследований были представлены на Международной выставке изобретений в Брюсселе, Всемирном салоне инноваций в Женеве и Международной промышленной ярмарке в Ганновере и были награждены дипломом, 1 серебряной и 2 золотыми медалями.

В.В. Маклаков награждён медалью им. М.В. Ломоносова, дипломом ЮНЕСКО «За вклад в фундаментальную науку», ведёт активную педагогическую деятельность и имеет звание «Почётный работник высшего профессионального образования РФ». В период с 1997 по 2010 г. проф. В.В. Маклаков заведовал кафедрой «Системы управления», был деканом факультета управления и информатизации, председателем докторского диссертационного совета в Московском государственном университете технологии и управления. Одновременно он заведовал кафедрой ЮНЕСКО. В.В. Маклаков является членом диссертационного совета в МАИ и входит в Российский комитет ЮНЕСКО по Всемирному культурному и природному наследию. По материалам научного открытия профессор В.В. Маклаков выступал с лекциями и докладами в научных центрах и университетах за рубежом: в Австрии, Германии, Испании, Бельгии, Франции, Греции, Швейцарии, Италии, США, Японии, Китае, ЮАР, Норвегии.

#### **Лаборатория № 54 сотрудничает с институтами:**

- Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана;
- Московский государственный технический университет гражданской авиации;
- Московский авиационный институт им. С. Орджоникидзе;
- Московский городской педагогический университет;
- Институт биологии гена РАН;
- Институт медико-биологических проблем РАН;
- Институт философии РАН;
- Комиссия РФ по делам ЮНЕСКО;
- Политехнический университет Барселоны, Испания;

**Лаборатория № 54 сотрудничает с корпорациями** «Ростехнологии», «Рособоронэкспорт», Академия МЧС ГЗ, ГНПП «Регион», НИИ «ГосНИИАС», Кон «Вега», ЦНИИ 30 МО РФ, ЦНИИ46 МО РФ, ФГУП «Комета», ФГУП «Вымпел», Академия ВВС, Академия РВСН, Академия пограничных войск ФСБ.

# ЛАБОРАТОРИЯ № 55

## ОБРАБОТКИ БОЛЬШИХ МАССИВОВ ИНФОРМАЦИИ В ИЕРАРХИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ



**Заведующий лабораторией № 55  
Александр Александрович  
Дорофеев**

Лаборатория была создана в 1988 г. по инициативе заведующего лаб. № 25 Марка Ароновича Айзермана на базе сектора № 25.1, входившего с 1984 г. в состав этой лаборатории. Заведующим лаб. № 55 был назначен доктор технических наук, профессор Александр Александрович Дорофеев.

В настоящее время в лаборатории работают 10 человек, в том числе 1 доктор и 5 кандидатов наук. На базе лаборатории были выполнены и успешно защищены 4 докторские и 15 кандидатских диссертаций, в том числе аспирантами и соискателями из бывших республик СССР и Болгарии.

Большой вклад в развитие теоретических исследований и прикладных работ в секторе № 25.1 и лаб. № 55 внесли: д.т.н., проф. А.А. Дорофеев, д.т.н., проф. Е.В. Бауман (ныне – сотрудник одной из консалтинговых компаний США), к.т.н. А.М. Бородин (ныне – ответственный сотрудник

Департамента труда Правительства США, г. Вашингтон), к.т.н. Н.В. Завалишин (ушёл из жизни в 1986 г.), к.т.н. Т.О. Иванова (ныне – руководитель исследовательской группы одной из крупных транспортных компаний США), к.т.н. Е.Н. Кузнецов, к.т.н. С.М. Меерков (ныне – профессор Мичиганского университета в г. Анн-Арбор, США), к.т.н. И.Б. Мучник (ныне – профессор университета в г. Рочестер, США), к.т.н. А.Л. Чернявский, к.т.н. Ю.А. Дорофеев, к.т.н. А.Г. Спиро, Н.Е. Киселёва, И.В. Покровская, И.И. Алескерова (ныне – сотрудник НИУ ВШЭ).

### **Тематика лаборатории:**

- Методы интеллектуального анализа сложноорганизованных данных, в том числе распознавания образов, структурно-классификационные методы анализа, моделирования и идентификации широкого класса систем управления.
- Методы структурного прогнозирования в крупномасштабных системах управления.
- Методы поддержки принятия решений в слабо формализованных системах управления, в том числе теории экспертизы и экспертных оценок, консалтинга.

- Теория и методы управления в междисциплинарных моделях организационных, социально-экономических и медико-биологических систем.

Лаборатория является признанным в мире центром по теоретическим и прикладным работам в области классификационного анализа данных и распознавания образов. Одним из основоположников этого направления был известный советский учёный д.т.н., проф. Эммануил Маркович Браверман, последние годы жизни (умер в 1977 г.) работавший в лаб. № 25. В публикациях 1962–1966 гг. Э.М. Браверман поставил задачу автоматической классификации (расознавания образов без учителя) и совместно с А.А. Дорофеюком предложил первые алгоритмы её решения.

В последующем Е.В. Бауманом и А.А. Дорофеюком была поставлена задача классификационного анализа данных, которая помимо автоматической классификации охватывала задачи экстремальной группировки параметров, кусочной аппроксимации сложных зависимостей, диагонализации матрицы связей и ряд других. На базе разработанного вариационного подхода были предложены эффективные итерационные алгоритмы, проведены их теоретический анализ и компьютерное моделирование. В последние годы теория классификационного анализа была распространена на динамические данные (траектории). Выявлен класс задач, для которых удалось разработать алгоритмы глобальной оптимизации соответствующих критериев.

Для решения некоторых типов задач с достаточно высоким уровнем неопределённости была развита теория размытого классификационного анализа, позволившая синтезировать оригинальные алгоритмы размытой классификации (Е.В. Бауман, А.А. Дорофеюк, Ю.А. Дорофеюк).

В настоящее время на базе методологии классификационного анализа активно развиваются теоретические, программно-алгоритмические и прикладные исследования методов структурного прогнозирования в крупномасштабных системах управления (Ю.А. Дорофеюк).

В последние 10–15 лет в лаборатории интенсивно развивается научное направление, связанное с методами поддержки принятия решений в слабо формализованных системах управления. Наибольшее внимание здесь уделяется разработке методов и процедур коллективной многовариантной экспертизы (А.А. Дорофеюк, Ю.А. Дорофеюк, И.В. Покровская, А.Л. Чернявский).

В последние 5 лет в лаборатории развивается новое научное направление, связанное с методами интеллектуального анализа и прогнозирования на финансовых рынках (А.Г. Спиро, Ю.А. Дорофеюк, М.Д. Гольдовская, И.В. Покровская).

На базе разработанных процедур многовариантной экспертизы были предложены консалтинговые методы исследования сложных социально-экономических и организационных систем управления.

Предполагается развитие тематики исследований лаборатории как в сторону новых классов объектов, так и в сторону разработки новых математических методов исследования качественных характеристик объектов и методов принятия решений в условиях неопределённости.

Разработанные методы, процедуры и алгоритмы использовались при решении широкого класса прикладных задач. Основные прикладные работы лаборатории связаны с исследованием крупных социально-экономических, организационных и медико-биологических систем управления, в том числе региональных (здравоохранение, пассажирские автоперевозки). Интенсивно ведутся работы по созданию современных интеллектуальных систем управления крупными профильными медицинскими учреждениями (совместно с НИИ нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко РАМН). Среди технических задач основное внимание уделялось проблемам идентификации и автоматизации управления сложными технологическими процессами, в том числе каталитическим крекингом нефти, производством полиэтилена высокого давления, процессами неразрушающего контроля сложных изделий, управления мощными СВЧ-приборами и др. Среди медико-биологических задач следует отметить дифференциальную диагностику и выбор схем лечения для некоторых заболеваний в кардиологии, пульмонологии, онкологии, нейрохирургии и др.

Лаборатория сотрудничает с рядом крупных научных центров в США, Франции, Италии, Австрии, Германии.

К настоящему времени сотрудниками лаборатории опубликовано более 800 работ, в том числе 23 монографии.

Результаты теоретических и прикладных работ докладывались и получили высокую оценку на многочисленных международных и всероссийских конференциях.

# ЛАБОРАТОРИЯ № 56

## МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И УСТРОЙСТВ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Лаборатория была создана 1 марта 1993 г. на базе сектора микроэлектронных преобразователей информации, существовавшего в Институте с 1984 г. Бессменным руководителем сектора и лаборатории является доктор технических наук, профессор Роберт Рубенович Бабаян.

Поначалу лаборатория обладала мощной технологической базой, позволяющей не только разрабатывать и изготавливать мелкие партии тонкоплёночных гибридных интегральных микросхем различного класса и назначения, но и проводить серьёзные исследования характеристик тонких плёнок различных материалов для создания на их основе микроэлектронных элементов и устройств на новых физических принципах. Среди последних следует отметить создание полностью законченной («под ключ») технологии изготовления тонкоплёночных диодно-резисторных структур на основе бинарных сплавов различных металлов, позволяющей изготавливать новый класс (тонкоплёночный) интегральных микросхем, отличающихся существенно повышенной, по сравнению с известными в отечественной промышленности микросхемами, термо- и радиационной стойкостью.

Общий спад производства в России, и особенно в электронной промышленности, заставил лабораторию несколько переориентировать направления своих исследований в сторону микро- и наносхемотехники. В настоящее время в лаборатории интенсивно развивается теория и формулируются принципы построения микро- и наноэлектронных преобразователей информации (включая первичные преобразователи на основе новых физических явлений) с уникальными техническими характеристиками. Развиваются научные основы построения сложнофункциональных микро- и наноэлектронных узлов систем управления, а также систем автоматизированного проектирования вышеназванных устройств.

В 2004 г. в состав лаб. № 56 вошёл в качестве отдельной группы коллектив знаменитой лаб. № 10 «Методы, аппаратно-программных средств моделирования и полунатурных исследований систем управления»\*.



**Заведующий лабораторией № 56  
Роберт Рубенович Бабаян**

\* Ниже приводится краткая справка о 40-летней истории лаб. № 10 (1959–1999).

За последние 3 года в лаборатории разработаны новые принципы построения преобразователей напряжения в частоту и новые методы повышения точности и быстродействия таких преобразователей, разработаны новые принципы построения сверхбыстродействующих компараторов непрерывных сигналов, а также методика адаптивного математического моделирования электрических процессов в *сложнофункциональных* микро- и нанoeлектронных структурах.

В настоящее время в лаб. № 56 трудятся 20 человек.

За последние 3 года сотрудниками лаборатории опубликовано в ведущих научных журналах России более 30 статей, сделано 6 докладов на международных конференциях, получено 3 патента, в издательстве «Наука» вышли 2 монографии.

Разработки лаб. № 56 широко используются в промышленности Украины, Латвии и Чехии. В России внедрён в производство магниточувствительный датчик оборотов двигателя.

## О ЛАБОРАТОРИИ № 10

Лаборатория № 10 «Методы, аппаратно-программных средств моделирования и полунатурных исследований систем управления» была создана в 1959 г. под руководством д.т.н., профессора Б.Я. Когана, лауреата Государственной премии (1951). Большой вклад в развитие лаборатории внесли её первые сотрудники – лауреат Государственной премии д.т.н., профессор Д.Е. Полонников, к.т.н., с.н.с. Н.Н. Михайлов, инж. В.В. Гуров; а в дальнейшем – к.т.н. М.В. Рыбашов, д.т.н. А.А. Маслов, к.т.н. Ф.Б. Гулько, к.т.н. Ж.А. Новосельцева, к.т.н. А.А. Петров, д.ф.-м.н. В.С. Зыков, д.т.н. А.А. Менн.

Одной из первых в стране лаб. № 10 начала разработку теории и методов математического моделирования (*Коган Б.Я.* Электронные моделирующие устройства и их применение для исследования систем автоматического управления. М.: Физматгиз, 1963), создала и внедрила в производство аналоговые вычислительные машины ЭМУ-8, ЭМУ-10. К середине 70-х гг. в лаборатории были спроектированы гибридные (аналого-цифровые) вычислительные системы: ГВС-100 (совместно с Институтом им. М. Пупина, Югославия) и ГВС «Русалка», а также разработаны теория и методы аналогового и гибридного моделирования сложных динамических систем, в том числе систем управления. Методы управления на основе прогнозирования фазовых координат объекта (Ф.Б. Гулько, Ж.А. Новосельцева, 1980) нашли применение в системах управления сложными объектами.

При исследовании на системе ГВС-100 разработанной впервые в мире математической модели сердечной мышцы (Ф.Б. Гулько, А.А. Петров, 1972) была выявлена возможность образования спиральных волн, что стало первым импульсом к созданию кинематической теории стационарных спиральных волн (В.С. Зыков).

С 1982 г. лабораторией заведовал д.т.н. А.И. Казьмин. Под его руководством были разработаны структуры, программные и технические средства распределён-

ных микропроцессорных систем полунатурного моделирования и управления, построены моделирующие комплексы систем управления реальным оборудованием и отработаны методы стендовых исследований для летательных аппаратов, судов и т.д. (А.А. Менн, к.т.н. М.В. Дудкин, к.т.н. В.Г. Сперанский, к.т.н. В.П. Морозов, В.Н. Акимов).

Общие методы оценки предельных возможностей, методы оптимизации решающей способности и быстродействия А-Ц и Ц-А преобразователей разрабатывались под руководством Д.Е. Полонникова (д.т.н. Р.Р. Бабаян, к.т.н. А.А. Данилов, В.П. Морозов, А.Ю. Погосов, А.П. Кирпичников).

Процедуры синтеза двухуровневых систем управления с оптимизацией быстрых и медленных движений, вопросы устойчивости квазистационарного режима разрабатывали М.В. Рыбашов и к.ф.-м.н. В.И. Венец (ныне зам. директора Института проблем передачи информации РАН).

Группа А.А. Петрова (к.т.н. И.М. Сирота, к.т.н. С.А. Кузьмин, к.т.н. В.Б. Тулепбаев) разработала один из первых в стране адаптивных роботов с техническим зрением, алгоритмическое и программное обеспечение адаптивной роботизированной сварки, методы обхода препятствий роботами в неизвестной среде, а также моделирующий комплекс для исследования робототехнических систем.

# ЛАБОРАТОРИЯ № 57

## АКТИВНЫХ СИСТЕМ



**Заведующий лабораторией № 57  
Владимир Николаевич Бурков**

В 1973 г. в лаборатории С.В. Емельянова на основе научной группы лаборатории А.Я. Лернера был создан сектор деловых игр. В 1974 г. сектор был преобразован в лабораторию активных систем, которую возглавил доктор технических наук Владимир Николаевич Бурков – основоположник теории активных систем. Основное научное направление лаборатории связано с развитием методов анализа и синтеза механизмов управления в активных организационных системах.

Активная система – это модель организационной или социально-экономической системы, в которой в существенной степени учитываются наличие у субъектов управления (агентов) несовпадающих интересов и их активное поведение, то есть

представление информации управляющему органу (центру) и выбор действий исходя из собственных интересов. Основным методом исследований является математическое моделирование (системный анализ, теория игр, теория принятия решений, исследование операций) процедур принятия управленческих решений.

В 70–80-х гг. исследования по теории активных систем были направлены в основном на решение двух проблем. Первая связана с ответом на вопрос, в каких случаях механизм открытого управления (в котором агентам выгодно сообщать достоверную информацию) является оптимальным, вторая – с ответом на вопрос, в каких случаях оптимальным является механизм согласованного планирования, в котором состояние, выбираемое агентом, совпадает с его планом. Первая проблема была решена для активных систем с одним агентом, механизмов распределения ограниченных ресурсов, механизмов активной экспертизы (доказаны теоремы об оптимальности механизмов открытого управления – В.Н. Бурков, А.К. Еналеев, В.И. Опойцев). Для второй проблемы совместно с научной школой профессора А.А. Ашимова (Казахстан) были получены достаточные условия на функции штрафов за отклонение состояния агента от плана, при выполнении которых механизм согласованного планирования является оптимальным (В.В. Кондратьев, О.К. Сагынгаалиев, Б.А. Джапаров). В тот же период были разработаны и внедрены на предприятиях цветной металлургии первые автоматизированные системы со-

гласованного планирования, в приборостроении – автоматизированные системы оценки результатов деятельности предприятий, созданы автоматизированные системы высокой эффективности и качества работы в радиопромышленности, разработаны совместно с научной школой профессора В.П. Авдеева (г. Новокузнецк) многоканальные механизмы управления, внедрённые на предприятиях чёрной металлургии в АСУ «Советчик оператора».

В конце XX – начале XXI века теория активных систем переросла в общую теорию управления организационными системами.

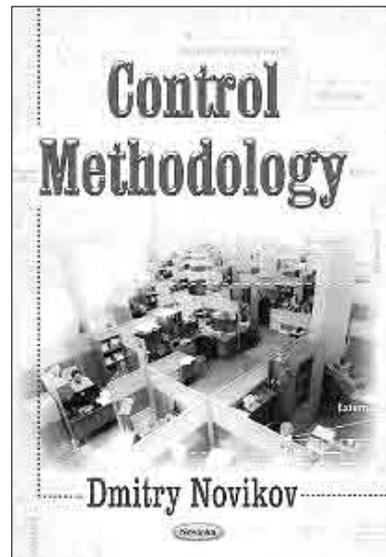
**Основные направления развития:**

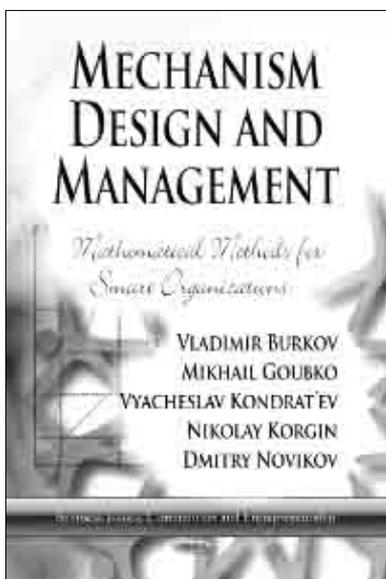
- Механизмы управления мультиагентными активными системами (Д.А. Новиков, Н.А. Коргин, А.В. Щепкин).
- Теория эволюционного развития (В.В. Цыганов).
- Многоуровневые активные системы и задачи синтеза структур, включая сетевые структуры (М.В. Губко, С.П. Мишин).
- Механизмы информационного управления, учитывающие рефлексивное поведение агентов (Д.А. Новиков, А.Г. Чхартишвили).
- Механизмы управления проектами (В.Н. Бурков, А.В. Цветков).
- Механизмы инновационного развития (В.А. Ириков, Р.М. Нижегородцев).
- Теория сетевого программирования (В.Н. Бурков, И.В. Буркова).
- Имитационные деловые игры (А.В. Щепкин, В.О. Корепанов, Н.А. Коргин).

Полученные результаты используются на практике при управлении системами разного масштаба – от бригады и цеха до отрасли и региона. На сегодняшний день основные прикладные работы связаны с разработкой методик и информационных технологий управления проектами, а также реформирования и реструктуризации предприятий, включая разработку комплекса механизмов регионального и корпоративного управления.

Лаборатория более 40 лет является организатором международных научно-практических конференций по управлению: «Теория активных систем», «Управление большими системами», «Современные сложные системы управления», организуемых совместно с ведущими российскими научными и образовательными центрами.

Сотрудники лаборатории опубликовали тысячи работ, в том числе сотни статей в ведущих журналах, десятки монографий, учебников и учебных пособий.





В лаборатории сегодня работают 10 докторов и 7 кандидатов наук. Ряд сотрудников лаборатории – профессора и доценты кафедры проблем управления Московского физико-технического института (В.Н. Бурков, М.В. Губко, Н.А. Коргин, Д.А. Новиков, В.И. Опойцев, А.В. Щепкин).

Лаборатория является центром научной школы по активным системам, объединяющим научные коллективы в России и ряде других стран: Казахстане, Белоруссии, Литве, Украине, Грузии, Болгарии, Узбекистане.



**Лаборатория № 57 – система активная!**

# ЛАБОРАТОРИЯ № 59

## МЕТОДОВ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ

Лаборатория была создана в 1992 г. на базе Отдела геофизических вычислительных комплексов, с 1979 г. занимавшегося разработкой системного программного обеспечения многопроцессорных вычислительных комплексов ПС-2000 и ПС-2100. В 2008 г. лаборатория получила своё нынешнее название. В настоящее время численность лаборатории – 8 человек, среди них – 1 доктор и 3 кандидата технических наук. Заведующим лабораторией является профессор, доктор технических наук Георгий Николаевич Калянов.



**Заведующий лабораторией № 59  
Георгий Николаевич Калянов**

С 1979 по 1992 г. коллектив сотрудников, вошедших затем в будущую лабораторию, занимался исследованием и разработкой методов и инструментальных средств создания систем программирования для многопроцессорных вычислительных комплексов с единым потоком команд и множественным потоком данных. В рамках этих исследований были разработаны: ряд языков высокого уровня, предназначенных для программирования синхронных параллельных процессов, синтаксически-ориентированные методы их компиляции, а также методы тестирования и отладки синхронных параллельных программ. Полученные результаты легли в основу инструментального комплекса разработки трансляторов, первой в стране системы программирования на базе языков высокого уровня для МВК ПС-2000/ПС-2100 (включая линейку компиляторов, редактор связей и систему автоматизации тестирования и отладки в терминах языков высокого уровня), языковых процессоров в системе обработки данных сейсморазведки «Геобас» и других системных приложений. Система программирования «Вектор» была передана в 1986 г. в Централизованный фонд алгоритмов и программ ЦФАП АСУ НПО «Центрпрограммсистем» (регистрационный № 746), а также была включена в состав базового программного обеспечения МВК ПС-2000 и поставлялась вместе с серийно производимым вычислительным комплексом.

С 1992 г. основным научным направлением лаборатории становятся исследование и разработка методов и средств консалтинга в области информационных технологий (ИТ-консалтинга).

**Основные результаты, полученные в этой области:**

- Методология реорганизации бизнес-процессов, включающая метод инжиниринга бизнес-процесса, обеспечивающий анализ полного множества вариантов его исполнения; метод тестирования бизнес-процесса, обеспечивающий обнаружение ошибок на этапе создания; метод оценки качества бизнес-процесса, обеспечивающий адекватную его оценку на основе введённых системных метрик.
- Синтаксически-ориентированные методы анализа и синтеза систем управления ресурсами.
- Методы оптимизационно-имитационного моделирования в распределённых системах.
- Метод экспресс-анализа характеристик инновационных проектов.
- Метод управления ИТ-проектами для крупных холдинговых структур.

Разработанные методы ИТ-консалтинга применялись более чем в 30 проектах, связанных с исследованием и разработкой информационных систем, моделированием, анализом и реинжинирингом бизнес-процессов для российских предприятий и учреждений – от естественных монополий до малых предприятий – и промышленных отраслей (городское хозяйство, федеральные органы управления, финансовые учреждения, нефтегазопереработка, транспорт, авиастроение, атомная энергетика, горнодобывающая промышленность, пищевая промышленность, производство стройматериалов и др.).

В настоящее время работы лаборатории связаны с разработкой методов автоматизации управления организационными процессами на базе современной концепции корпоративной архитектуры (Enterprise Architecture), обеспечивающей целостный подход к анализу, синтезу и управлению системами рассматриваемого класса.

**Основные результаты, полученные в данном направлении:**

- Разработан комплекс моделей и алгоритмов создания компьютерных систем управления безопасностью информационных комплексов с учетом их функционального назначения (с ориентацией на организационные процессы), в том числе защитных программных средств, а также принципов проектирования защищённых информационных систем.
- Предложен подход к численному моделированию конвейерных процессов, определяемых рекурсивными функциями, в рамках которого на базе рекурсивных функций описан новый класс дискретных процессов, исследованы основные характеристики данного класса процессов, разработана формальная система описания процессов и эффективный метод вычисления характеристик

процесса за время  $c(n)$ , где  $n$  – количество операций модели, разработан макет системы моделирования и численного анализа процессов данного класса.

Сотрудники лаборатории активно занимаются преподавательской деятельностью. На основе проведённых исследований и накопленного опыта ими подготовлены и прочитаны авторские курсы лекций для ВМК МГУ им. М.В. Ломоносова, МФТИ, МГТУ им. Н.Э. Баумана, МГТУ «СТАНКИН», НИУ ВШЭ, МИРЭА, Академии экономической безопасности МВД по:

- CASE-технологиям;
- теории и методам ИТ-консалтинга;
- системной диагностике организаций;
- моделированию, анализу и реорганизации бизнес-процессов;
- архитектурному подходу к управлению бизнесом;
- методологии MRP/ERP управления ресурсами предприятия;
- теоретическим основам ИТ;
- теории и методам поддержки принятия решений;
- управлению инвестициями в ИТ;
- концепции построения языков высокого уровня.

Сотрудниками лаборатории опубликовано более 300 работ, включая 18 монографий, защищено 4 кандидатских и 1 докторская диссертация.

# ЛАБОРАТОРИЯ № 62

## ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ



**Заведующий лабораторией № 62  
Владимир Юрьевич Кнеллер**

Лаборатория образована в 1977 г. из самостоятельной группы В.Ю. Кнеллера, работавшей в составе лаб. № 15 профессора Дмитрия Ивановича Агейкина с 1958 г. Со дня основания лаборатории по настоящее время её заведующим является доктор технических наук, профессор, лауреат Государственной премии СССР, заслуженный деятель науки Российской Федерации Владимир Юрьевич Кнеллер.

Для лаборатории традиционны

**два взаимосвязанных научных направления:**

- 1) Разработка теории и принципов построения средств преобразования и автоматического измерения величин переменного тока.
- 2) Разработка общей теории структур преобразования измерительной информации.

Основной объект изучения *в первом направлении* – автоматические преобразователи и измерители пассивных комплексных величин (ПКВ) переменного тока. Громадные перспективы, открываемые такими средствами автоматизации, во многом не реализованные и в настоящее время, были своевременно оценены, и исследования в данной области в Институте начались уже с середины 50-х гг. На каждом этапе развития выявлялись и разрабатывались наиболее актуальные проблемы (например, принципы построения быстродействующих цифровых измерителей ПКВ с уравниваемыми цепями, микропроцессорных цифровых измерителей ПКВ; многофункциональных цифровых измерителей без уравнивания и разработка путей их совершенствования; виртуальных измерителей/анализаторов ПКВ), находились их оригинальные решения, на основе которых строились перспективные приборы. Много внимания уделялось формированию общих научных основ построения всего класса преобразователей двухмерных и многомерных величин. Наибольший вклад в развитие этого направления внесли В.Ю. Кнеллер, д.т.н. Ю.Р. Агамалов, к.т.н. Л.П. Боровских и к.т.н. Д.А. Бобылёв.

**Основные результаты исследований в первом направлении:**

- Формирование нового подхода к уравниванию измерительных цепей переменного тока, так называемого координированного уравнивания, разработка теории и принципов построения на его основе быстродействующих

цифровых мостов переменного тока, а также создание на этой базе серийных приборов широкого назначения типа P5010 и P5058 с техническими характеристиками, превышающими мировой уровень (В.Ю. Кнеллер и Ю.Р. Агамалов.).

- Разработка методов обобщённого анализа и синтеза уравниваемых измерительных цепей переменного тока; синтез новых подклассов и множества цепей с новыми возможностями и свойствами (В.Ю. Кнеллер, Ю.Р. Агамалов, д.т.н. Б.Д. Хасцаев.).
- Создание основ теории автоматических измерителей комплексных величин, а затем и её развитие на случай измерения параметров объектов, представляемых многомерными двухполюсниками (В.Ю. Кнеллер и Л.П. Боровских).
- Разработка новых методов дискретного корреляционного и частотного анализа, а также цифровой фильтрации сигналов (Ю.Р. Агамалов и Д.А. Бобылёв).
- Разработка нового метода реализации дискретного преобразования Фурье периодических сигналов путем их частотозависимой дискретизации и суммирования дискретных отсчётов (Ю.Р. Агамалов).
- Формирование новых подходов к построению, проектированию и автоматизации поверки (калибровки) средств измерений на базе принципов адаптации и самоповеряемости (Ю.Р. Агамалов).

За создание теоретических основ и принципов построения автоматических измерителей комплексных величин переменного тока, разработку и внедрение в серийное производство цифровых мостов переменного тока В.Ю. Кнеллер и Ю.Р. Агамалов удостоены Государственной премии СССР в области науки и техники (1976).

В последнее время в лаборатории, в первую очередь благодаря усилиям Д.А. Бобылёва, разработан новый ряд перспективных приборов – измерителей/анализаторов параметров импедансов на основе ПК, так называемых виртуальных приборов. Эти приборы, особенно удобные для исследований объектов разнообразной физической природы на переменном токе с измерением параметров их схемы замещения, уже используются в ряде университетских, академических и промышленных лабораторий РФ.

Существенный вклад в развитие теории и техники построения автоматических преобразователей и измерителей ПКВ, помимо упомянутых сотрудников, внесли к.т.н. А.А. Десова, к.т.н. А.М. Павлов, к.т.н. В.Л. Геурков, В.И. Курчавов. Особо следует отметить выдающуюся роль в изготовлении, отладке и испытаниях подавляющего большинства созданных в лаборатории приборов высококлассного специалиста инженера Б.Г. Наумова.

Начиная с 1981 г., с приходом в лабораторию д.т.н., проф. В.С. Попова, лаборатория расширила работы в первом направлении на класс средств измерений активных скалярных величин переменного тока. В.С. Поповым, его учениками и коллегами к.т.н. Е.В. Шумаровым и к.т.н. Ю.В. Кашириным были разработаны,

исследованы и реализованы в промышленных приборах новые принципы построения измерителей интегральных характеристик периодических сигналов, эффективные алгоритмы коррекции их погрешностей и обеспечения помехозащищённости.

Лаборатория отслеживает развитие всего направления в целом, стремится к систематизации знаний в этой области, является в ней признанным авторитетом.

Исследования **во втором направлении** ориентированы, в первую очередь, на создание методов формализованного проектирования (в идеале – синтеза полного множества) систем преобразования с заданными свойствами, начиная с синтеза решений верхних уровней: методов преобразования, коррекции погрешностей и т.п. В соответствии с этим системы преобразования рассматриваются, прежде всего, абстрагируясь от физической природы участвующих физических величин и используемых сигналов, на уровне информационных математических моделей (так называемых структур преобразования), и речь идёт о разработке теории структур (структурной теории) систем преобразования. Это направление зародилось ещё в рамках *первого* – именно там был предложен и развит подход к рассмотрению преобразователей ПКВ, заключающийся в изучении взаимосвязи особенностей структуры существенных преобразований величин с возможностями и свойствами преобразователей. На его основе выявлены структурные закономерности построения систем преобразования различных классов: преобразователей комплексных и многомерных величин с уравниванием и с квазиуравниванием, преобразователей прямого преобразования, новые структурные методы улучшения сходимости, линейности и чувствительности преобразователей ПКВ с уравниваемыми измерительными цепями и т.д. Кроме того, в рамках первого направления Ю.Р. Агамаловым был разработан дескриптивный подход к анализу и синтезу (проектированию) многовариантных структур.

Принципиально новые возможности для исследований во втором направлении открыла разработанная к.т.н. В.А. Скомороховым оригинальная концепция и методология построения общей дедуктивной теории структур нелинейных систем преобразования информации (ПИ), представляемой в виде иерархической системы функционально полных естественных классификаций порождающих и порождаемых структур ПИ. В качестве базиса теории принято понятие, отражающее функциональную сущность исследуемого класса объектов и содержащее в потенциальной форме сведения о возможных объектах заданного класса. В основу логики теории положена совокупность двух основополагающих принципов: симметрии (двойственности) и инвариантности.

#### **На основе разработанной методологии:**

- Построена общая теория синтеза полного множества однозначных структур систем прямого инвариантного преобразования скалярных, комплексных и многомерных величин, стержень которого – предложенный В.А. Скомороховым метод однозначного решения систем нелинейных уравнений с управляемыми па-

раметрами; построена общая дедуктивная теория синтеза и эквивалентных преобразований параметрических нелинейных систем ПИ.

- Впервые синтезированы естественные прогнозирующие классификации ряда классов систем ПИ.

Построенная общая дедуктивная теория синтеза и эквивалентных преобразований позволила разработать алгоритмы работы «Автоматического открывателя знаний» (АОЗ) и опробовать их в программном исполнении. АОЗ – система, которая позволяет генерировать целостную функционально полную иерархическую систему как независимых, так и взаимосвязанных основополагающих знаний в области структур измерительных систем. В опробованной редакции с использованием разработанных алгоритмов был выполнен синтез в области структур параметрически настраиваемых инвариантных систем с абсолютной инвариантностью и с инвариантностью до  $\varepsilon$ , а также структур инвариантных систем однозначного прямого преобразования скалярных величин.

Дальнейшие исследования *во втором направлении* нацелены на развитие методологии выявления и систематизации знаний в области организации автоматических процессов, а также на построение системы структурных знаний в одной из её подобластей, относящейся к преобразованию физических величин.

Сотрудники лаборатории выполняют большую научно-организационную работу, активно участвуя в работе различных научных советов, обществ, редколлежий журналов и т.п. Так, например, В.Ю. Кнеллер более 25 лет участвовал в работе руководящих органов Международной конфедерации по измерениям (ИМЕКО), удостоен награды ИМЕКО «За выдающуюся деятельность»; он является главным научным редактором журнала «Измерения. Контроль. Автоматизация» (ИКА) с первого его номера в 1974 г. В работе ИКА более 30 лет участвовал в качестве научного редактора Л.П. Боровских, который в последние годы активно участвует в выпуске журнала «Проблемы управления», будучи заместителем главного редактора этого журнала.

# ЛАБОРАТОРИЯ № 67 ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИЯМИ



**Заведующий лабораторией № 67  
Роберт Михайлович  
Нижегородцев**

Лаборатория создана в декабре 2011 г. путём отделения от лаб. № 57 группы сотрудников, работавших в области управления инновационным развитием и экономической динамикой макросистем. Лабораторию возглавил доктор экономических наук Роберт Михайлович Нижегородцев. Основное направление научной работы лаборатории – управление современными экономическими системами.

Сотрудниками лаборатории обоснована и активно разрабатывается парадигма неравновесия в управлении макроэкономическими системами. Широко применяется аппарат сценарного анализа к изучению траекторий неравновесных макроэкономических систем и управлению их динамикой. Разработанные методики нашли применение, в частности, в задачах анализа и прогнозирования динамики отдельных стран и

регионов мирового хозяйства в период экономического кризиса 2008–2009 гг., в разработке механизмов демпфирования и преодоления кризисных явлений.

На основе применения аналитических и имитационных моделей (в том числе импульсных динамических моделей и клеточных автоматов) получены результаты в области управления региональной экономикой и её моделирования. Разрабатываются сценарии развития регионов и отдельных территорий, проводится институциональный анализ региональных инновационных систем.

Коллективом лаборатории решаются разнообразные задачи управления технологическими сдвигами на уровне предприятий и отраслей. В частности, решаются задачи оптимизации: времени осуществления инноваций, управления инновационными стратегиями инвесторов, объёмов инвестирования в разработку и внедрение новых технологий, территориального размещения наукоёмких производств. Предложены методы оценки эффективности внедрения инновационных технологий в различных отраслях.

На основе применения аппарата регрессионного анализа разработаны методики и проведены оценки вклада информационного производства в экономический рост современных макросистем – стран и регионов. Оценено воздействие экономических циклов различной природы на динамику технологических сдвигов.

Полученные результаты применены к задачам управления развитием инновационной, транспортной и финансовой инфраструктуры отдельных регионов Российской Федерации, в частности регионов Севера и Арктики, а также к задачам управления формированием и развитием региональных инновационных кластеров.

Разрабатываются нелинейные регрессионные модели управления монетарной сферой, в частности нелинейные модели связи между темпами инфляции и объёмом денежной массы (в том числе обобщения формулы Ирвинга Фишера), модели связи между темпами экономического роста и динамикой уровня цен, модели оптимизации объёма и структуры государственных расходов (кривая Арми–Рана и её многочисленные аналоги) и др.

**Основные направления работы:**

- Управление инновациями (Р.М. Нижегородцев, В.В. Клочков, Н.А. Петухов).
- Макроэкономическое регулирование, экономическая политика (Р.М. Нижегородцев, В.Д. Секерин, С.В. Ратнер, В.В. Клочков).
- Информационная экономика, управление наукой и образованием (Р.М. Нижегородцев, В.В. Клочков, М.Ю. Архипова, И.С. Анненков).
- Моделирование и прогнозирование экономической динамики (Р.М. Нижегородцев, М.Ю. Архипова, Н.Н. Тренёв).
- Управление отраслевыми рынками (В.Д. Секерин, А.Е. Горохова, Л.Э. Горлевская, И.Ю. Швец).
- Эволюционная и институциональная экономика (Р.М. Нижегородцев, О.С. Сухарев, Ю.Ю. Швец).
- Экономическая статистика и эконометрика (М.Ю. Архипова, С.В. Ратнер, Н.Н. Тренёв).

Начиная с 2006 г., ещё до образования лаборатории, её нынешний научный коллектив организует ежегодные международные научно-практические конференции «Управление инновациями», а также международные научные конференции «Друкеровские чтения», которые с 2006 по 2013 г. проводились 16 раз. Соорганизаторами выступают ведущие научные учреждения и учебные заведения России и других стран: МГУ им. М.В. Ломоносова, Институт экономики РАН, Московский авиационный институт, Институт экономики УрО РАН (г. Екатеринбург), Институт экономических исследований (г. Астана, Республика Казахстан), Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины (Республика Беларусь) и др.

В лаборатории сегодня работают 15 сотрудников, в том числе 8 докторов и 4 кандидата наук. Ряд сотрудников лаборатории – профессора ведущих вузов страны: Финансового университета при Правительстве РФ (Р.М. Нижегородцев), Национального исследовательского университета – Высшей школы экономики (М.Ю. Архипова), Московского авиационного института (В.В. Клочков), Московского государственного университета машиностроения – МАМИ (В.Д. Секерин). Сотрудники лаборатории успешно руководят аспирантами и докторантами, при-

влекают к проведению научных исследований студентов, ими опубликовано более тысячи научных работ, в том числе десятки монографий, учебников и учебных пособий.

Лаборатория широко сотрудничает с научно-исследовательскими коллективами России и ряда других стран: Украины, Белоруссии, Казахстана, Польши, Литвы. Она организует совместные исследования, научные форумы и публикации, что способствует взаимному обогащению научных школ.

# Лаборатория № 68

## ТЕОРИИ РАСПИСАНИЙ И ДИСКРЕТНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

Лаборатория основана в 2009 г. на базе сложившейся к тому времени в Казанском государственном университете научной группы (<http://www.orsot.ru>), возглавляемой доктором физико-математических наук, профессором Александром Алексеевичем Лазаревым. Сегодня это единственная в России лаборатория по теории расписаний. В настоящее время в ней работают 16 человек: 1 доктор и 4 кандидата физико-математических наук, а также 6 инженеров и 5 техников. Сотрудники преподают в Высшей школе экономики, Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова и Московском физико-техническом институте.



**Заведующий лабораторией № 68  
Александр Алексеевич Лазарев**

Сотрудники занимаются сложными практическими задачами теории расписаний, комбинаторной оптимизации, объёмно-календарного планирования, а также изучают модели, возникающие при исследовании практических задач планирования и управления комплексами взаимосвязанных операций при ресурсных ограничениях.

При исследовании *NP*-трудных задач комбинаторной оптимизации существенным является изучение структуры сложности примеров, получение новых свойств оптимальных решений и построение на их основе полиномиальных и псевдополиномиальных алгоритмов решения частных случаев этих задач. Полученные свойства и алгоритмы выделенных полиномиально разрешимых частных случаев могут быть использованы при построении эффективных алгоритмов нахождения точных и приближённых решений для общего случая задачи. Аналогичный подход выделения частных случаев задач, нахождения их эквивалентных хорошо изученных постановок и построения алгоритмов решения является эффективным при исследовании возникающих на практике задач большой размерности.

Сотрудниками лаборатории разработан метод изменения параметров, который позволяет находить приближённое решение с минимальной абсолютной погрешностью целевой функции из области допустимых (полиномиально разрешимых) решений для задач объёмно-календарного планирования.

В лаборатории активно развивается новый метод решения задач комбинаторной и дискретной оптимизации, представляющий собой модификацию классиче-

ского метода динамического программирования, основанного на принципе оптимальности Беллмана. Предложенный метод, названный «графическим», был успешно применён для решения ряда задач теории расписаний и дискретной оптимизации, с его помощью можно существенно сократить трудоёмкость решения для некоторых задач комбинаторной оптимизации. Более того, показано, что для некоторых задач, трудоёмкость решения которых была неизвестна, можно построить полиномиальный алгоритм решения.

Научная группа нацелена на практическое применение сформулированных решений и построение эффективных методов нахождения точных и приближённых решений с гарантированной погрешностью для задач управления движением подвижных средств в транспортных и логистических системах, включая задачи формирования, маршрутизации и диспетчеризации транспортных потоков, а также задач планирования и управления комплексом взаимосвязанных операций. Полученные методы решения реализованы в пакетах программных средств, предназначенных для включения в комплексные информационные системы управления различными процессами в прикладных областях транспортной логистики.

#### **Основные направления работы:**

- *NP*-трудные задачи теории расписаний, объёмно-календарного планирования и смежных областей комбинаторной и дискретной оптимизации.
- Графические алгоритмы получения приближённых решений *NP*-трудных задач теории расписаний.
- Новые методы решения трудоёмких задач на основе графического подхода.
- Разработка и внедрение информационных систем с математической составляющей.
- Получение эффективных метрик для рассматриваемых задач и построение на их основе полиномиальных алгоритмов решения с гарантированной абсолютной погрешностью.
- Задачи управления движением на железнодорожном транспорте.
- Задачи управления движением в транспортных сетях.
- Методы оптимизации при составлении учебных расписаний вузов.
- Задачи управления инвестиционным портфелем.

Лаборатория имеет богатый опыт в создании интерфейсов и программных комплексов для решения учётно-аналитических задач. Сотрудники участвовали в создании ИТ-продуктов для известных фирм «1С», «Главстрой», *Siemens*, *Wabco* и др.

К настоящему времени сотрудниками опубликовано 152 работы, в том числе 22 книги: монографии, учебники и учебные пособия для ведущих университетов нашей страны. Более 20 работ опубликовано в зарубежной печати. Сотрудники лаборатории редактируют раздел «Исследование операций» реферативного журнала «Математика» (ВИНИТИ), работают в редколлегии журнала «Автоматика и телемеханика» и диссертационных советах по защите докторских диссертаций.

Лаборатория сотрудничает с рядом крупных научных центров Германии и Франции: *Otto-von-Guericke University* (г. Магдебург), *CNRS Institute for Information Science and Technology*, *INRIA* (г. Бордо), *Ecole Nationale Supérieure des Mines* (г. Сан-Этьен). Полученные теоретические и прикладные результаты соответствуют мировому уровню, что подтверждается успешной апробацией на ведущих международных конференциях и публикациями в международных изданиях.

Лаборатория № 68 – одна из самых молодых в Институте: большая часть сотрудников лаборатории моложе 30 лет. Почти в полном составе лаборатория одновременно является молодёжной научной школой МНШ, руководимой Александром Алексеевичем Лазаревым.



**Дмитрий Архипов**



**Руслан Садыков**



**Елена Мусатова**



**Александр Кварацхелия**



**Александр Лазарев**



**Евгений Гафаров**



**Александра Дудченко**



**Элина Карнышева**



**Татьяна Агафонова**



**Наиль Хуснуллин**



**Майя Ласкова**



**Алексей Карпычев**

# ЛАБОРАТОРИЯ № 69

## УПРАВЛЕНИЕ СЕТЕВЫМИ СИСТЕМАМИ



**Заведующий лабораторией № 69  
Владимир Миронович Вишневский**

сети миллиметрового диапазона радиоволн (71–76 ГГц, 81–86 ГГц) и гибридные сети на базе лазерной и радиотехнологий.

**Важным направлением** является также разработка нового поколения систем управления интеллектуальными транспортными системами с использованием RFID-технологий и новейших беспроводных средств.

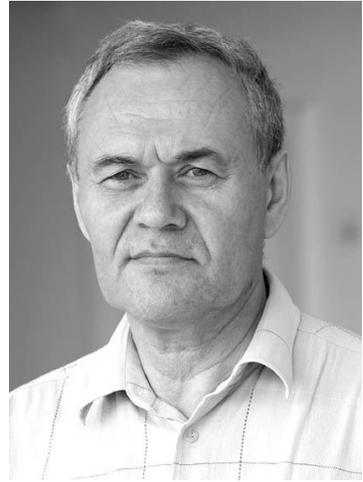
В последнее десятилетие сотрудниками лаборатории опубликовано свыше 400 научных работ, включая 9 монографий и 25 патентов на изобретения. В октябре 2013 г. проведена 17-я международная конференция *Distributed Computer and Communication Networks: Control, Computation, Communication* (DCCN) (сопредседатели: академик С.Н. Васильев, проф. В.М. Вишневский), участие в которой приняли ведущие учёные в области компьютерных сетей из 16 стран мира.

Лаборатория образована в начале 2013 г. Возглавляет лабораторию доктор технических наук, профессор Владимир Миронович Вишневский. В составе лаборатории 9 научных сотрудников, включая 2 докторов наук и 3 кандидатов наук.

**Основным направлением деятельности** является разработка теоретических основ построения и управления перспективными широкополосными сетями обработки мультимедийной информации (next generation networks), включая сверхвысокоскоростные самоорганизующиеся

## Подразделение «АСУ ТП АЭС»

Подразделение «АСУ ТП АЭС» было создано для проведения НИОКР в области гражданской атомной энергетики. Руководителем подразделения является с.н.с. лаб. № 24 Надыр Энверович Менгазетдинов, а его заместителем – зав. лаб. № 31 д.т.н. Алексей Григорьевич Полетькин. В состав подразделения кроме инженерно-технических работников (ИТР) входят: административная группа, ответственная за ведение договоров и поставок продукции на АЭС, группа нормоконтроля, группа обеспечения качества, группа независимой верификации и валидации, переводчики документации на английский язык, архив, сайт <http://www31.ipu.rssi.ru>.



**Руководитель  
подразделения «АСУ ТП АЭС»  
Надыр Энверович  
Менгазетдинов**

В подразделении работают научные сотрудники и инженеры Института, а также совместители из числа специалистов организаций атомной промышленности.

**Основным направлением работы** является интеграция АСУ ТП АЭС путём создания систем верхнего блочного (СВБУ) и общестанционного уровней (СВСУ). Для этого в подразделении выполняются конструкторские работы, осуществляются разработка программного обеспечения, испытания и пусконаладочные работы. В частности, были разработаны технические требования, технический проект, основные технические решения для СВБУ АЭС «Бушер» (по заказу Ирана), которые приняты с начала этого века в качестве основы для всех вновь строящихся в Российской Федерации АЭС. В настоящее время разработанные технологии: промышленная операционная система LICS, SCADA-система РПОиК, CALS-технология, технология распределённой интеграции АСУ ТП – успешно внедрены на АЭС «Бушер» и АЭС «Куданкулам» (Индия).

# Научно-внедренческий отдел № 73 «Управляющие задачи в цифровой картографии»



**Организатор и первый  
руководитель НВО № 73  
Юрий Дмитриевич  
Воробьёв**

Научно-внедренческий отдел создан в октябре 2000 г.

**Основные направления деятельности отдела** – разработка и внедрение геоинформационной системы (ГИС) «НЕВА», создание навигационных карт и планов городов. Его первым заведующим был Юрий Дмитриевич Воробьёв. В настоящее время отделом руководит Владимир Васильевич Каменев.

ГИС «НЕВА» предназначена для создания (обновления) и обработки векторных, растровых, матричных карт и подготовки их к изданию цифровыми методами. Результаты становятся исходной информацией при последующей печати тиражей топографических, авиационных и морских карт и планов городов, а также могут служить входами системы управления базами данных электронных карт.

## **ГИС «НЕВА» обеспечивает:**

- создание (обновление) и обработку векторных карт с использованием материалов космической съёмки, аэрофотосъёмки, тиражных оттисков и других исходных материалов;
- цифровое составление топографических карт по базовому масштабу с последующей подготовкой к изданию;
- построение трёхмерных моделей местности для решения прикладных задач;
- подготовку созданных векторных карт к изданию в соответствии с действующими нормативами или требованиями заказчика для последующей полиграфической печати;
- возможность совмещения электронных топографических и морских карт, например, для прибрежной полосы.

## **Основные функции ГИС «НЕВА»:**

- Составление топографических карт цифровыми методами: по масштабу 1:25000 – масштаба 1:50000, по масштабу 1:50000 – масштаба 1:100000, по масштабу 1:100000 – масштаба 1:200000 и по масштабу 1:200000 – масштаба 1:500000 с последующей подготовкой к изданию.
- Отображение матрицы высот рельефа в виде гипсометрической пространственной модели местности с подбором различной цветовой палитры.



**Руководитель НВО № 73  
Владимир Васильевич  
Каменев**

- Возможность определения высот объектов (например, зданий) в режиме стереомодели.
- Построение профиля местности с заданным вертикальным масштабом относительно поверхности земли.
- Автоматизированное формирование комплекта кадастровой документации при оформлении прав на землепользование, оперативная настройка на различные требования по оформлению кадастровой документации; ведение учёта объектов недвижимости, оформление документов на право пользования землёй по трассе газопровода.
- Возможность связи объектов цифровой карты с векторными объектами по стереомодели и с любой внешней базой данных.
- Печать любых фрагментов векторной карты на различных устройствах вывода.
- Базовый обменный формат представления данных ГИС «НЕВА» – dm (имеются конверторы в другие форматы: DBF, Sxf, Mapinfo, S-57, формат фирмы GARMIN и др.).

**ГИС «НЕВА» используется для:**

- создания (обновления) топографических, морских, авиационных, радионавигационных, рельефных карт и планов городов;
- создания кадастровых карт и оформления землеустроительных дел;
- подготовки навигационных карт, загружаемых в GPS-приёмники или сотовые телефоны;
- планирования сотовых сетей связи и автоматизации процессов их проектирования с применением трёхмерных моделей местности;
- оптимальной прокладки маршрута движения автомобиля с учётом дорожной обстановки;
- создания товаров народного потребления (туристические карты и атласы, транспортные атласы и т.д.).

В качестве иллюстрации последнего пункта можно привести изданный к 300-летию Санкт-Петербурга историко-картографический атлас «Санкт-Петербург на рубеже веков». Также были изданы: историко-картографический атлас «Смоленск и губерния. Время и люди», «Атлас офицера», «Географический атлас офицера».

ГИС «НЕВА» применяется в учреждениях и организациях Министерства обороны РФ (Военно-топографическое управление Генштаба, Главное управление навигации и океанографии МО, Главный штаб ВВС МО), в МВД РФ, «Росреестре», российских сотовых компаниях и на картографических фабриках.

**Одним из направлений деятельности отдела** была разработка и внедрение комплексной геоинформационной системы для нужд городов с целью расширения спектра решаемых управленческих задач в рамках градостроительной деятельности и земельных отношений с опорой на методы и технологии получения геопространственных данных (с помощью дистанционного зондирования земли, в том числе с использованием беспилотного летательного аппарата).

Для успешного внедрения комплексной геоинформационной системы и решения навигационных задач с использованием спутниковых систем

ГЛОНАСС/GPS, NAVSTAR/GPS была создана цифровая картографическая основа на территорию Российской Федерации, которая включает цифровые топографические карты масштаба 1:100000; 1:200000 и цифровые адресные планы населённых пунктов (всего 4020) масштаба 1:10000.

НВО с 2006 г. занимается **разработкой систем управления миниатюрными беспилотными летательными аппаратами (БПЛА).**

Особенностью использования БПЛА является наличие у него возможности автономного полёта по заранее заданному маршруту. В этом случае БПЛА самостоятельно выполняет содержательную функцию, связанную с наблюдением, фотографированием или исследованием местности. При этом в отличие от ручного управления БПЛА может летать вне зоны видимости оператора, пролетать строго по заданным точкам на определённой высоте, определяя своё местоположение с помощью систем ГЛОНАСС или GPS. Это важно при определённых видах работ, например, при фотографировании больших площадей необходимо летать строго согласованными галсами, чтобы не пропустить часть обследуемой поверхности. При наблюдении за подвижным или неподвижным объектом надо сохранять его в поле видимости, фото- или видеокамеры даже при пропадании сигнала ГЛОНАСС или GPS.

В состав комплекса БПЛА входят:

- беспилотный летательный аппарат, летающий под управлением САУ со съёмным модулем полезной нагрузки (фотокамера не менее 12 Мпкс, работающая как в режиме фотосъёмки, так и в режиме видеокамеры);
- наземная станция управления и приёма информации на базе защищённого ноутбука.

Применение комплекса осуществляется с не подготовленных в инженерном отношении площадок в простых метеоусловиях, при скорости ветра до 15 м/с, при температуре от  $-25^{\circ}$  до  $+40^{\circ}$  С и влажности до 98%. В качестве БПЛА используется самолёт весом до 7 кг, с временем полета до 2 ч и дальностью полёта 30–100 км. Взлёт осуществляется с руки, посадка «по-самолётному» на ровную площадку. Для аварийной посадки предусмотрены парашют и надувная шина.

**Результаты работы НВО в данном направлении:**

- С использованием собственных БПЛА и ГИС «НЕВА» реализован ГИС-портал по дорогам Московской области, с помощью которого можно в интерактивном режиме наблюдать за состоянием дорог (ремонт, строительство автостоянок и пр.).
- Данный ГИС-портал помогает оценить работу строителей по ремонту дорог, путём сравнения цифровых изображений, полученных аэрофотосъёмкой до и после ремонта.
- Несколько экземпляров БПЛА переданы в «Службу спасения» МЧС Якутии, где они используются в основной деятельности организации. При передаче было проведено обучение пилотов.

# Научно-внедренческий отдел № 86 «Аэрофотосъёмка и методы обработки материалов дистанционного зондирования»

Отдел создан в марте 2010 г. Организатором и руководителем отдела является Владимир Николаевич Юшков.

Основные направления деятельности отдела – анализ и оптимизация существующих аэрофотосъёмочных технологий, разработка методик обработки цифровых данных аэросъёмки, в том числе автоматизация методов обработки данных воздушного лазерного сканирования (ВЛС), испытание новейших образцов аэрофотоаппаратуры и сопутствующих аэрофотосъёмочному процессу подсистем навигации (координатного обеспечения процесса), исследование инерциально-измерительных блоков и сканирующих подсистем для совершенствования и внедрения отечественных разработок цифровой и аналоговой аэрофотосъёмочной аппаратуры.



**Руководитель НВО № 86  
Владимир Николаевич  
Юшков**

Исследования существующих методов и технологий нашли практическое воплощение в обработке аэрофотосъёмочных проектов большой площади. Разработанные технологии позволяют выполнять обработку материалов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в кратчайшие сроки без потери качества выходной продукции. Новые алгоритмы обработки материалов космической съёмки позволяют работать с большими массивами данных, с последующей интеграцией в различные геоинформационные системы.

Была проведена аэрофотосъёмка более 50 тыс. кв. км территории, обработано более 40 тыс. кв. км материалов космической съёмки. Полученные материалы позволили создать ортофотопланы и топографические планы более 300 населённых пунктов и межселенной территории для различных целей хозяйственного использования.

Проведенный анализ и оценка современных беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) находят свое отражение в создаваемой в НВО методике использования БПЛА для повышения качества и производительности работ крупномасштабного картографирования.

Сотрудники лаборатории активно участвуют в различных выставках и конференциях, проводят консультации по технологиям обработки материалов ДЗЗ.

# Отдел научно-технической информации и зарубежных связей (ОНТИ и ЗС)



**Заведующая ОНТИ и ЗС  
Марина Валентиновна  
Пятницкая**

Отдел в своём нынешнем виде был создан в 1994 г. В настоящее время им руководит Марина Валентиновна Пятницкая.

В структуру отдела входят группы научно-технической информации и международных связей.

## **История создания Отдела**

3 октября 1934 г. состоялось совещание представителей приборостроительных заводов и научно-исследовательских институтов при Комиссии телемеханики и автоматики АН СССР (КТА). В числе обсуждаемых вопросов и принятых решений были особенно важные, актуальные и по сей день, а именно:

- «2. ...б) провести Всесоюзное совещание лабораторий и научно-исследовательских институтов, работающих в области автоматики, для определения общих направлений и координации плана.
3. Считать необходимым принятие срочных мер по... повышению квалификации работающего на предприятиях инженерно-технического персонала...
8. Считать необходимым усиление изучения иностранного опыта путём увеличения командировок за границу...»

Уже тогда осознавалась необходимость проведения научно-организационной работы, созыва совещаний, организации конференций, участия в зарубежных мероприятиях, пропаганды передового опыта и достижений в научных исследованиях.

В 1935 г. под эгидой КТА состоялась Первая Всесоюзная конференция по автоматике, телемеханике и диспетчеризации. Среди молодых участников конференции были А.И. Берг, М.А. Гаврилов, Б.С. Сотсков.

1935 г. 15–20 июля. Лондон. VI Международный конгресс по научному управлению. В архивных документах Комиссии телемеханики и автоматики сохранилась переписка с иностранными учреждениями и отдельными лицами о возможности участия советских учёных в его работе. Однако, принимали ли участие советские учёные и кто именно в работе конгресса, сведений в архиве нет. Впрочем, из тех же архивных документов хорошо известно, насколько широко в то время были организованы заграничные поездки советских специалистов в ведущие научные и промышленные центры мира.

В 1938 г. при КТА был образован Сектор общих вопросов автоматики (СОВА). Заведующим сектором назначили к.т.н. Александра Владимировича Храмого – человека, ставшего первым институтским летописцем.

1939 г. – официальная дата создания Института автоматики и телемеханики. И вскоре Институт становится ведущей организацией страны в области теории и прикладных задач управления. А уже в 1940 г. прошло Первое Всесоюзное совещание по автоматическому регулированию, организованное и проведенное Институтом автоматики и телемеханики. Хроника этих совещаний (они проходили раз в 3 года) отражена в институтском буклете<sup>1</sup> 80-х гг. Последнее, одиннадцатое, Всесоюзное совещание было проведено в 1989 г. в Ташкенте.

С началом Великой Отечественной войны зарубежные командировки прекратились, но проходили институтские научные семинары, а один из них, «андроновский», начавший работу в 1944 г., считается прародителем всех знаменитых иатовских семинаров.

К концу войны поездки за рубеж возобновились. Командированные фактически шли вместе с наступающими советскими войсками, а иногда впереди них – в разведке.

Послевоенное десятилетие, по мнению специалистов, принесло науке управления крутой подъём<sup>2</sup>, в ИАТе начинается заметное оживление научно-организационной жизни.



**Значок участника  
I Конгресса ИФАК  
в Москве (1960 г.)**

В 1959 г. молодёжь Института провела в Москве I Конференцию молодых специалистов по автоматическому управлению. Увесистый том её трудов (под редакцией Я.З. Цыпкина) был выпущен в 1961 г. Ключевую роль в организации конференции сыграл будущий заведующий лабораторией № 62, будущий доктор наук и профессор В.Ю. Кнеллер.

В 1960 г. 27 июня – 7 июля в МГУ на Ленинских горах был проведён Первый Конгресс ИФАК. Председателем ИФАКа был тогда проф. А.М. Лётов, председателем Национального комитета по автоматическому управлению (НКАУ), представлявшим СССР в ИФАК, – академик В.А. Трапезников<sup>3</sup>.



**Александр  
Владимирович  
Храмой**

<sup>1</sup> Ордена Ленина Институт проблем управления. М.: ИПУ, 1984. С. 77–83.

<sup>2</sup> Автоматика и телемеханика. 1982. № 6. - С. 5–8.

<sup>3</sup> С 1994 по 1997 г. Национальный комитет возглавлял академик Яков Залманович Цыпкин. Нынешний председатель – академик Александр Борисович Куржанский.



**Давид Михайлович  
Беркович**

В 1963 г. СОВА возглавил Д.М. Беркович. Давида Михайловича следует считать главным инициатором, писателем и редактором первого буклета об ИАТе.

В 1986 г. СОВА преобразован в Отдел научнотехнической информации (ОНТИ).

С 1986 по 1993 г. отдел возглавлял кандидат физико-математических наук Владимир Иосифович Венец (ныне зам. директора ИППИ РАН).

Период конца 50-х – конца 80-х гг. был «золотым веком» организуемых Институтом научных мероприятий: совещания, конференции, симпозиумы, семинары и школы по множеству ключевых теоретических и прикладных проблем управления – всё проходило на высшем уровне. Большие и малые города СССР гостеприимно принимали наши научные форумы: Москва и Одесса, Тбилиси и Минск, Таллин и Ереван, Ленинград и Суздаль, Фрунзе и даже борт теплохода «Адмирал Нахимов».

Представительные делегации, в состав которых входили многие сотрудники Института, стали обязательными участниками всех значительных научных акций, проходивших по линиям IFAC, IFORS, IEA, IMECO и других авторитетных международных организаций. Постоянными были и научные командировки (для передачи опыта, проведения совместных работ, стажировки и экспертизы) в ведущие мировые научные и производственные центры.

В 70-е гг. прошлого века конференции наших молодых учёных по управленческой тематике приобрели статус всесоюзных школ.

Тогда же для планирования и регулирования заграничных командировок и приёма иностранных специалистов была создана группа зарубежных связей (её учёными секретарями были сначала к.т.н. А.Г. Ивановский, затем – С.Д. Соколова). Затем группу переименовали в Отдел международного научно-технического сотрудничества (первым заведующим ОМНТС был д.т.н. В.В. Цыганов, затем Г.С. Шушурин). Именно они совместно с Национальным комитетом по автоматическому управлению (секретарь Э.Г. Берёзова) курировали командировки учёных Института, оказывая им помощь и поддержку.



**Энна  
Геннадиевна  
Берёзова**

15 апреля 1994 г. из двух институтских отделов (ОНТИ и ОМНТС) был образован один: Отдел научнотехнической информации и зарубежных связей (ОНТИ и ЗС). Заведующим отделом был назначен к.т.н. В.М. Бабилов, руководивший им до 2004 г.

90-е гг. в России стали большим испытанием для страны. Надо было сохранить квалифицированное научное ядро, и руководство Института повело себя достаточно гибко. Инициатором и вдохновителем новой организационной политики стал тогдашний директор Института И.В. Прангишвили. В те



**Василий  
Макарович  
Бабилов**

годы он был председателем программных комитетов ряда научных конференций, проводившихся по планам и под эгидой Российской академии наук.

Расширение финансирования заграничных командировок по схеме научного туризма позволило не только содействовать участию специалистов ИПУ в работе зарубежных научных форумов, но и организовать представительные институтские делегации на такие важные научные мероприятия, как ИФАК. Значительная часть командировок осуществлялась при спонсорской поддержке РФФИ, фонда Сороса и других организаций. Особое внимание уделялось организации научных зарубежных поездок молодых сотрудников.

В 2006 г. Институт возглавил академик РАН С.Н. Васильев. С его приходом наступил новый этап жизни Института.

Это проявилось в организации новых тематических международных конференций, появлении новых научных направлений в традиционных конференциях Института и объединении тематически близких конференций. Это послужило тому, что в первом десятилетии XXI века резко возросла активность в организации и проведении Институтами ряда широких и специализированных научных всероссийских и международных мероприятий.

В 2013 г. в Санкт-Петербурге была проведена международная конференция ММ-2013. С весны того же 2013 г. в Институте началась активная подготовка к проведению XII Всероссийского совещания по проблемам управления (ВСПУ-2014)<sup>4</sup>, посвящённого 75-летию Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН.



**Памятные значки разных Всесоюзных совещаний по автоматическому управлению**

ВСПУ-2014 организуется ИПУ РАН при поддержке РФФИ, Отделения энергетики, машиностроения, механики и процессов управления Российской академии наук, Российского национального комитета по автоматическому управлению, Академии навигации и управления движением, Научного совета РАН по комплексным проблемам управления и автоматизации, Совета по мехатронике и робототехнике РАН.

<sup>4</sup> После одиннадцати Всесоюзных совещаний по автоматическому управлению (последнее в Ташкенте в 1989 г.) присвоение новому Всероссийскому совещанию по проблемам управления 12-го номера символично. ВСПУ-2014 продолжает традиции Всесоюзных совещаний по автоматическому управлению в масштабах России и стран СНГ.

Предполагается издание на компакт-диске включённых в программу докладов. Лучшие доклады будут отобраны Программным комитетом и рекомендованы к печати в ведущих журналах по теории управления: «Автоматика и телемеханика», «Автоматизация в промышленности», «Датчики и системы», «Известия РАН. Серия: Теория и системы управления», «Мехатроника, автоматизация, управление», «Проблемы управления», «Системы управления и информационные технологии», «Управление большими системами» и др.

В рамках этого Всероссийского совещания в год 75-летия Института, 16–19 июня 2014 г., традиционные конференции Института проведут свои секции. Совещание будет проходить в ИПУ РАН (г. Москва, Россия).

В юбилейном формате будет проведена и международная конференция-семинар «Устойчивость и колебания нелинейных систем», задуманная и воплощённая членом-корреспондентом РАН Е.С. Пятницким. В этом семинаре осуществилась идея Евгения Серафимовича «собрать представителей ведущих научных школ по теории устойчивости для взаимного ознакомления коллег с новыми результатами, обмена свежими идеями и обсуждения перспектив развития теории устойчивости»<sup>5</sup>.

Сохранив свою творческую атмосферу, нынешний состав Оргкомитета (председатель – д.ф.-м.н. В.Н. Тхай, учёный секретарь – зам. директора ИПУ РАН к.ф.-м.н. И.Н. Барабанов) сумел превратить семинар в востребованную конференцию международного уровня, проходящую под эгидой РАН и собирающую ведущих специалистов по управлению, механике и прикладной математике. По материалам докладов выпускаются тематические номера журналов «Автоматика и телемеханика»<sup>6</sup> и «Прикладная математика и механика», выпущены сборники статей памяти академиков Валентина Витальевича Румянцева и Владимира Мефодьевича Матросова.

Также в рамках юбилейных торжеств пройдет 8-я регулярная международная конференция «Управление развитием крупномасштабных систем» (MLSD) (председатель Программного комитета – академик С.Н. Васильев). Конференция организуется с 2007 г. и выросла из многолетнего общемосковского семинара, руководителем которого является д.т.н., проф. А.Д. Цвиркун.

За последнее десятилетие в Институт пришло новое поколение молодых инициативных учёных.

В 2013 г. в Уфу на Всероссийскую школу-конференцию молодых учёных «Управление большими системами» (УБС-2013), где было представлено 110 докладов, Институт делегировал 28 молодых учёных.

В 2009 г., год 70-летия Института, начала работать теперь уже традиционная Всероссийская молодёжная летняя школа «Управление, информация и оптимизация». В 2013 г. на пятой по счёту школе собралось 57 участников. Было прочитано 37 докладов, из них 15 пленарных.

---

<sup>5</sup> До конца своих дней Е.С. Пятницкий был председателем Оргкомитета семинара и его идейным вдохновителем. Он заражал энергией всех приезжающих на семинар учёных, создавая атмосферу дружелюбного и конструктивного научного сотрудничества. С июня 2004 г. семинар носит имя Е.С. Пятницкого.

<sup>6</sup> См. журнал «Автоматика и телемеханика» (2013. № 8).



**Участники Всероссийской молодёжной летней школы в Звенигороде**

В Институте постоянно проводятся общемосковские семинары, и отраднo, что в последние годы на них снова много молодёжи.

С 2006 г. отдел осуществляет методическую, консультативную, а иногда и предметную помощь в подготовке к участию в научных российских и зарубежных выставках: «Архимед», «Высокие технологии XXI век», SoftTool и многие другие.

На Международной выставке EXPORPRIORITY-2013 научные разработки Лаборатории сенсоров и сенсорных систем удостоены награды «Золотой Георгий». Дипломом за 1-е место удостоена разработка Лаборатории системной интеграции на V международном научно-техническом форуме «Молодёжь и будущее авиации и космонавтики».

В начале XXI в. пришла пора институтских юбилеев, и за первые 10 лет коллектив Института отпраздновал 120-летний юбилей академика В.С. Кулебакина, 100-летние юбилеи академиков В.А. Трапезникова и А.А. Воронова, членов-корреспондентов А.М. Лётова и Б.Н. Сотскова, профессора М.А. Айзермана.



**Выставка, посвящённая 100-летию со дня рождения В.А. Трапезникова**

2013 г. был ознаменован также 100-летним юбилеем одного из выдающихся учёных Института – теоретика и одного из организаторов нашей космонавтики, академика Б.Н. Петрова. Состоялись памятный митинг на Новодевичьем кладбище и расширенное совместное заседание бюро ОЭММПУ, ОНИТ и Учёного совета ИПУ РАН. Во время торжественного заседания был организован видеомост с находящимися на орбите российскими космонавтами. Совместно с семьёй Б.Н. Петрова была подготовлена экспозиция, посвящённая его жизни и деятельности.

ОНИТ и ЗС осуществляет сопровождение работ, связанных с выполнением ряда

крупных контрактов между ИПУ РАН и отечественными и зарубежными фирмами.

В настоящее время в числе таких разработок – межгосударственные научные проекты с Национальной академией наук Украины (соруководители академик РАН С.Н. Васильев и академик НАНУ В.М. Кунцевич), Национальной академией наук Беларуси (соруководители С.Н. Васильев и член-корреспондент НАНБ Ф.М. Кириллова), Итальянским политехническим университетом г. Турина (соруководители д.т.н. Б.Т. Поляк и профессор Роберто Темпо), Институтом теории информации и автоматизации Академии наук Чешской Республики (соруководители от ИПУ д.т.н. А.П. Курдюков и д.т.н. М.М. Чайковский), Институтом термомеханики Академии наук Чешской Республики (соруководитель от ИПУ д.т.н. С.Е. Рывкин), Карагандинским государственным техническим университетом Казахстана (соруководитель от ИПУ д.э.н. Р.М. Нижегородцев).

Начиная с I Конгресса ИФАК (Москва, 1961) в традициях Института – активное участие в международных мероприятиях ИФАК, одной из самых престижных научных организаций мира. На XVIII Конгрессе ИФАК, проходившем в 2011 г. в Милане, сотрудниками Института было прочитано 35 докладов.



**На XVIII Конгрессе ИФАК в Милане**

Нынешние цели и задачи отдела определены Положением об ОНТИ и ЗС:

*«...способствовать повышению эффективности научно-исследовательской работы и международной деятельности Института, распространению информации о тематической направленности научных исследований и их результатах с целью рекламы научных достижений Института...»*

# Научно-техническая библиотека

Научно-техническая библиотека Института проблем управления (Института автоматики и телемеханики) была создана в 1950 г. в здании на Ленинградском проспекте. Первоначально фонд был сформирован из книг, полученных из Центрального государственного архива (750 библ. ед.).

В дальнейшем фонд библиотеки пополнялся из разных источников, в том числе за счет дарения личных библиотек сотрудников. В частности, были получены в дар библиотека по автоматическому регулированию и авиации профессора Г.В. Щипанова (525 библ. ед.) и замечательная библиотека профессора А.Г. Бутковского (около 5000 книг). В этой библиотеке, которую Анатолий Григорьевич собирал всю жизнь, – книги по фундаментальным наукам и теории автоматического управления (в частности, по оптимальному управлению), представляющие огромный интерес для специалистов.

В настоящее время библиотека комплектуется централизованно через Библиотеку по естественным наукам РАН. Фонд библиотеки насчитывает более 243 тыс. библ. ед. (включая книги, журналы, диссертации, отчёты, приложения на компакт-дисках).

Библиотечный фонд формируется по всем основным направлениям развиваемых в Институте исследований: автоматическому регулированию и контролю, вычислительной технике, автоматизированным системам управления, управлению в экономике и др.

Работа библиотеки оценивается, прежде всего, по полноте и оперативности удовлетворения информационных запросов сотрудников Института. Это достигается при помощи оптимально укомплектованного фонда, полного справочного аппарата, чётко организованной работы абонента и библиотеки в целом. Межбиблиотечный абонемент (МБА) помогает обеспечивать учёных первоисточниками.

В библиотеке ведётся большая информационно-библиографическая и справочная работа. Сформированы шесть баз данных собственной генерации, включающие более 26 тыс. документов:

- электронный каталог новых поступлений книг;
- тематические базы данных – «Теория, технологии, модели и применение методов искусственного интеллекта», «Управление подвижными объектами»;
- электронный каталог периодических изданий (отечественных и иностранных);
- электронный каталог диссертаций;



**Заведующая библиотекой  
Людмила Николаевна Калашникова**

- база данных экспозиции трудов учёных Института;
- база данных выполненных тематических справок по запросам сотрудников Института и других организаций.

Ведётся библиографическая картотека «Труды сотрудников Института проблем управления», которая используется при подготовке тематических и персональных книжных выставок и выполнении устных и письменных справок.

Для своевременного и полного информирования о мировых научных достижениях разработана система избирательного распространения информации (ИРИ), позволяющая обеспечивать учёных сведениями о новой литературе в соответствии с их запросами при постоянно действующей обратной связи. Запросы выполняются в автоматизированном и ручном режимах.

Для обеспечения читателей первоисточниками открыт доступ к электронным публикациям следующих издательств:

- IOP (*Institute of Physics*) <http://www.iop.org/>
- *Springer* <http://www.springerlink.com/>
- *World Sci. Publishing* <http://www.worldscinet.com/>

Большую помощь в отборе новой литературы оказывает группа экспертов, входящих в Библиотечный совет Института.

Тематика информационно-библиографического обслуживания, его виды и формы утверждаются Библиотечным советом Института, который также помогает формировать адресную базу для поиска научной литературы:

- <http://www.poiskknig.ru/>
- <http://www.eBdb.ru/Default.aspx> – electronic books data base
- <http://ihtika.net.ru/>
- <http://www.sci-lib.com/>
- <http://nehudlit.ru/>
- <http://www.allmath.ru/>
- <http://www.mccme.ru/free-books/>
- <http://dmoz.org/>

Библиотекой изданы следующие библиографические указатели:

- управление большими системами;
- системы автоматического управления;
- системный анализ;
- автоматизация проектирования систем управления;
- управление дорожным движением;
- управление проектами;
- теория, технологии, модели и применение методов искусственного интеллекта;
- управление подвижными объектами.

В 2012 г. библиотека выпустила 3 тома указателя и продолжает выпуск ретроспективного аннотированного указателя «Управление подвижными объектами». Тематика данного указателя является одним из приоритетных направлений научных исследований Института. Публикации, вошедшие в указатель, посвящены теоретическим и прикладным вопросам разработки систем управления различных типов космических и летательных аппаратов, а также морских подвижных объектов. Большое внимание уделено вопросам информационного обеспечения тематики систем управления рассматриваемых подвижных объектов и проблемам обеспечения их работоспособности. Готовятся к изданию следующие выпуски указателя.

Темы библиографических картотек определяются планом научной работы Института.

#### **Библиографические картотеки:**

- Общие вопросы теории управления, математические методы в теории управления; управление социально-экономическими и медико-биологическими системами.
- Системный анализ и обработка информации.
- Элементы и устройства автоматики и вычислительной техники, датчики, измерения, контроль, техническая диагностика и надёжность.
- Управление промышленным производством.
- Компьютерные системы поддержки принятия решений, интеллектуальные системы, программное обеспечение для систем управления.
- Вычислительная техника в системах управления, автоматизированные системы обработки данных, информационно-управляющие системы и управление безопасностью сложных систем, системы автоматизации проектирования.
- Управление подвижными объектами.

Библиотека составила экспозицию научных трудов учёных Института с занесением соответствующей информации в базу данных. Книжная экспозиция музея постоянно пополняется вновь изданными трудами.

В библиотеке есть читальный зал на 50 мест, оснащённый четырьмя компьютерами, подключенными к сети Интернет, тремя сканерами и копировальной техникой.

В центре внимания библиотеки Института – улучшение обслуживания читателей, комплектование фонда, информационно-библиографическая и справочная работа, более активное использование электронных форм обслуживания.



# Отдел информатизации (ОИ)



**Первый  
заведующий отделом  
Андрей Александрович  
Данилов**

Отдел создан в 2007 г. Первым его заведующим и организатором был к.т.н. Андрей Александрович Данилов. В настоящее время отделом заведует Аркадий Иосифович Шапиро.

Отдел информатизации осуществляет выбор, установку, адаптацию и сопровождение вычислительных средств и программных продуктов, ориентированных на решение научных и хозяйственных задач Института.

## **Основными задачами ОИ являются:**

- Анализ потребностей научных и вспомогательных подразделений Института по автоматизации исследований и повышению эффективности оборудования и программного обеспечения.
- Разработка методов и средств объединения в единую систему оборудования и программных продуктов различных фирм, а также политик сетевой и компьютерной безопасности.
- Формулирование основных требований и разработка технических решений для построения и модернизации компьютерных сетей.
- Заказ и приобретение вычислительной техники, сетевого оборудования, программного обеспечения и периферийного оборудования.
- Установка программных продуктов, необходимых для выполнения служебных заданий сотрудниками Института, при этом глобальной задачей является постепенный отказ от ПО компании *Microsoft* там, где это возможно и целесообразно, и переход на свободно распространяемое ПО.
- Сопровождение установленного оборудования и программных продуктов.
- Организация гарантийного и сложного постгарантийного ремонта оборудования сторонними организациями, уполномоченными производителями.
- Проверка выполнения требований, предъявляемых к работе пользователей с



**Заведующий отделом  
Аркадий Иосифович  
Шапиро**

программными продуктами и оборудованием.

**Основные направления работ:**

- Безопасность в компьютерной сети Института и на почтовом сервере.
- Поддержание работоспособности оборудования и компьютерной сети.
- Мониторинг состояния вычислительной техники, сетевого оборудования и программных продуктов, используемых для автоматизации научной и хозяйственной деятельности Института.
- Тестирование демо-версий и адаптация программных продуктов.
- Обновление лицензионных версий программных продуктов.
- Заказ и выдача расходных материалов для принтеров и копировальных аппаратов.

Отдел состоит из четырёх групп высококвалифицированных сотрудников: администрирования компьютерной сети (возглавляет А.А. Глазкин), сопровождения оборудования и кабельной системы (О.М. Родионов), сопровождения программного обеспечения (Л.М. Соков), расходных материалов (А.В. Попов).

# Отдел оперативной полиграфии (ООП)

В 1960-е гг. Институт стал одним из крупнейших научных центров. В связи с этим возникла необходимость в популяризации полученных результатов для внедрения в промышленность и экономику. Нужно было организовать оперативную публикацию проводимых Институтом теоретических исследований и прикладных разработок. Но в Институте не было профессионально организованной издательской деятельности. В то время издательская деятельность в НИИ попросту не разрешалась. Сегодня трудно вообразить, какие сложности возникали при организации издательской деятельности в научном коллективе – подобное допускалось только на специализированных предприятиях. Тогда, в начале 1960-х, за дело взялся директор Института академик В.А. Трапезников, и при активном участии к.т.н. Давида Михайловича Берковича, возглавившего эту работу в рамках Сектора общих вопросов автоматике (СОВА), в 1963 г. разрешение на редакционно-издательскую деятельность в Институте проблем управления было получено. Сектор Д.М. Берковича создал первую Выставку достижений Института (1972).



**Первая заведующая отделом  
Аделина Петровна Шмелёва**

Отдел оформления, входивший в СОВА, занимался только копировально-множительными и полиграфическими работами. С 1968 г. руководителем отдела была Аделина Петровна Шмелёва. Она сумела в короткие сроки оснастить отдел самым современным на тот момент полиграфическим оборудованием и руководила им до 2009 г.

В 1960-е гг. Институту разрешалось издавать только препринты, и это было по тем временам немалым достижением. В.А. Трапезников говорил: «Издание в Институте препринтов имеет большое значение как средство оперативного обеспечения информацией научной общественности о результатах научных исследований, полученных сотрудниками Института в различных областях теории управления».

Для повышения ответственности авторов и заведующих лабораториями за качество публикуемых научных работ был создан Редакционный совет Института, в который вошли ведущие учёные.

Со временем было получено разрешение и на издание сборников трудов Института, материалов конференций, совещаний, методических материалов, циклов лекций ведущих учёных и др.

Заметную роль в жизни отдела сыграли редактор Вера Владимировна Андреевна и художник Гурий Александрович Крулёв, внёсшие немалый вклад в

издание первой книги об Институте, которая вышла в 1974 г. Гурий Александрович не только профессионально занимался оформлением изданий, но и создал единый стиль Института: Выставка достижений, Доска почёта (съёмка и фотографии выполнялись в фотолаборатории отдела), холлы административного корпуса, оформление научных и научно-организационных мероприятий. В те годы не было понятия «корпоративный стиль», однако в Институте он был создан именно Г.А. Крулёвым – и это не только фирменные бланки, обложки отчетов о НИР, папки, конверты и открытки, даже каждый тип объявлений получил свой цвет и особый дизайн. И всё это делалось во времена, когда ещё не было компьютерной вёрстки и цифровой печати. Основные элементы «крулёвского» дизайна поддерживаются в Институте и сейчас.



**Гурий  
Александрович  
Крулёв**

В 1977 г. Отдел оформления был преобразован в самостоятельный специализированный Отдел технологии репрографических процессов (ОТРП), который занимался издательско-полиграфической и оформительской работой в Институте. Вскоре он стал многопрофильным и получил название Отдела научно-технической пропаганды (ОНТП), частью которого была Выставка достижений Института. Задачей отдела стало информирование научной общественности и ведущих технических специалистов страны о достижениях Института средствами издательской и выставочной деятельности.

Труды Института и препринты систематически рассылались по всей стране в библиотеки, НИИ, КБ, учебные заведения, промышленные предприятия по их заявкам (для чего издавался специальный план-проспект). Так, например, за 1983 г. было разослано около 10 тыс. экз. книг, а всего за прошедшие годы в Институте издано более полумиллиона экземпляров книг и брошюр.

Основной задачей отдела на том этапе была пропаганда важнейших научных достижений Института средствами печати и наглядной агитации (выпуска изданий и оформления экспонатов выставок).



**Вот она – продукция отдела**

Именно ради этой «наглядной агитации» по инициативе В.А. Трапезникова и научного сообщества Института была организована новая постоянно действующая выставка, которой руководила А.П. Шмелёва. Целью выставки являлась популяризация результатов научных исследований и разработок Института. Её активно посещали ведущие специалисты различных отраслей народного хозяйства. На базе иатовской выставки проводились выставки зарубежных стран, что способствовало развитию контактов с представителями промышленных, научно-

исследовательских и проектно-конструкторских организаций.

Постоянно действующая выставка была мощной рекламой достижений Института и в то же время позволяла объективно отбирать экспонаты на отраслевые, всесоюзные и международные выставки.

Все эти годы Институт был постоянным участником (экспонентом) многих международных выставок, продвигая свои теоретические, методические и прикладные разработки.

Институт как учреждение, осуществляющее издательскую деятельность, является издательством и зарегистрирован Международным агентством ISBN в Международном указателе издательств и издающих организаций (*Publishers' International ISBN Directory*).



**Заведующий отделом  
Александр Анатольевич  
Чугунов**

Сегодня отдел выпускает труды Института, тематические сборники, материалы конференций, программы совещаний и конференций, монографии, препринты, авторефераты, библиографические указатели, буклеты, разнообразные бланки и информационные материалы, выполняет переплётные работы и многое другое. В 2008 г. отделом было издано 2450 экз. книг, а уже в 2009 г. (с приходом нового руководителя) – 6650 книг.

В марте 2009 г. ОНТП возглавил Александр Анатольевич Чугунов, который поднял издательско-полиграфическую деятельность Института на новый современный уровень. Сегодня отдел может выполнить практически любой заказ Института на полиграфическую продукцию, в том числе издавать книги любого объёма: в твёрдом переплете, классические, с тиснением фольгой и ламинированием. Это позволяет Институту самостоятельно обеспечивать печатную поддержку научной и производственной деятельности.

Предполагается расширить ассортимент печатной продукции, включив в него календари, блокноты, открытки, плакаты с символикой Института и др. В перспективе вся печатная продукция (в том числе монографии учёных и научные журналы) будет выпускаться внутри Института.

В 2013 г. в связи с тем, что отдел больше не занимался выставочной работой, его назвали Отделом оперативной полиграфии (ООП).

По Федеральному закону № 28-ФЗ от 26.03.2008 г. отдел занимается контрольной и обязательной разноской всех изданий с присвоенными в Институте ISBN в Роспечать, в Российскую книжную палату, осуществляет постоянную почтовую целевую рассылку в ВИНТИ РАН и Библиотеку РАН в Санкт-Петербурге.

С 2012 г. электронные издания (ЭИ) проходят с помощью ООП государственную регистрацию с получением Свидетельства в НТЦ «Информрегистр». С согласия авторов, эти ЭИ размещаются на сайте Президентской библиотеки

им. Б.Н. Ельцина в Санкт-Петербурге. Научные издания Института фигурируют в информационно-библиографическом и библиотечном фонде РАН, попадают в выпуски сводных каталогов, сигнальную и реферативную информацию РФ.

В последние годы в отделе сформировался новый коллектив, команда профессионалов, способная качественно решать сложнейшие производственные задачи.



**Знакомьтесь: Отдел оперативной полиграфии (ООП)**







# НАША ЭЛИТА

Что такое иатовская элита? Группа лиц, обладающих в ИПУ РАН особыми правами? И это в Институте, который с давних времён славится демократичностью атмосферы и где во все времена самому младшему сотруднику ничего не стоило подойти к любому из корифеев и задать самый что ни на есть дурацкий вопрос? По этому поводу Марк Александрович Красносельский сказал: «Я – старая, добрая баба: никому не могу отказать». Многие подтвердят: не отказывал. И слава Богу! Хотя представить себе того же новичка «подъезжающим» к Вадиму Александровичу Трапезникову затруднительно. Впрочем, и Трап – так в разговорах между собой звали директора сотрудники Института – несмышлёному юноше ответил бы (но прозрачно намекнул бы, что в следующий раз лучше обратиться к секретарше).

Прочитав четыре сотни страниц этой книги, вы понимаете, что в данном случае понятие «элита» объединяет самых ярких, самых талантливых, в высшей степени профессиональных – великих теоретиков, прикладников и организаторов науки управления. Корифеев! Учителей! Руководителей Института!

В этой главе мы сначала расскажем о выдающихся учёных и сегодня работающих в нашем Институте, а затем представим всех остальных, кто, завершив свой рабочий путь в ИАТе, сегодня на пенсии или трудится в других организациях.

Начнём с руководителей, академиков и членов-корреспондентов РАН, представителей дирекции и председателей секций Учёного совета Института. Не стоит искать в этом извечного российского чиновничества: роль директоров или руководителей особенная. От них, прежде всего, зависит, как и куда пойдёт дело. Биографии других наших сотрудников упорядочены по алфавиту.

В этом списке вы найдёте заведующих лабораториями нашего Института, кто на протяжении десятков лет руководит своими коллективами. Научное долголетие коллектива и его руководителя – очевидный признак жизнеспособности и творческого потенциала выдвинутых лабораторией идей, подтверждение масштабности и высокого уровня выполняемых фундаментальных, поисковых и прикладных исследований.

Затем мы расскажем о крупных учёных, «урождённых иатовцах», покинувших наш Институт и работающих сегодня в других российских институтах или крупнейших зарубежных научных центрах. На недоумённый вопрос: «А что? Для того чтобы о человеке написали, ему нужно уйти из Института?» – ответим: конечно, нет!

Дело в другом. Институт проблем управления на протяжении многих лет является крупнейшим мировым центром науки управления. Новое время, перестройка, реформы оказались достаточно жёстким механизмом, перевернувшим пласты жизни в стране. Досталось и науке. Тут-то и оказалось, что, помимо уточнения и корректировки характера реформ, благодать в деле выживания и сохранения отечественной науки, в том числе теории управления, сыграли многие известные учёные, которые, покинув страну, не порывали связей с коллегами и продолжали считать себя «за бугром» коренными иатовцами.

Они немало сделали для того, чтобы репутация нашего Института в мире осталась прежней – высокой. В разгар перестройки многие приезжали в Москву, в

ИПУ. Все мы помним выступления на Учёном совете и научных конференциях в стенах Института таких учёных, как В.Н. Вапник, А.Я. Лернер, С.М. Меерков, А.С. Позняк, Л.И. Розоноэр и ряда других. Большинство наших «зарубежников» находятся в постоянной переписке со своими бывшими коллегами (Р.Ш. Липцер, И.Б. Мучник, И.В. Никифоров и др.), приглашают сотрудников Института к себе, ведут совместные работы и пропагандируют наши (В.И. Уткин, А.М. Яшин и др.).

Этих людей мы воспринимаем как истинных иатовцев, рассматриваем их как творческий потенциал Института. Пройдут годы, мир будет меняться, отъезжающих, надеемся, станет меньше. Но и сегодня мы воспринимаем этих учёных как гордость отечественной науки и хотели просто напомнить вам: они есть! Благодаря этим людям круг международного общения Института проблем управления имени В.А. Трапезникова Российской академии наук, круг обсуждения наших идей становится шире.

## СТАНИСЛАВ НИКОЛАЕВИЧ ВАСИЛЬЕВ

Станислав Николаевич Васильев родился 5 июля 1946 г. в г. Торезе (Чистяково) Донецкой области. В 1964 г. окончил школу № 6 в г. Казани (с золотой медалью); в 1970 г. – радиотехнический факультет Казанского авиационного института (КАИ) им. академика А.Н. Туполева (с отличием и рекомендацией в аспирантуру). Работал в КАИ инженером и м.н.с., учился в аспирантуре при КАИ (научный руководитель – д.ф.-м.н. В.М. Матросов). В 1975 г. был приглашён в организуемый В.М. Матросовым в г. Иркутске Отдел теории систем и кибернетики при Сибирском энергетическом институте АН СССР, который в 1980 г. был преобразован в Иркутский ВЦ СО АН СССР, а последний в 1997 г. – в Институт динамики систем и теории управления СО РАН (ИДСТУ СО РАН). Прошёл путь от м.н.с. (1975) до директора (1991). Защитил диссертации на соискание учёной степени к.ф.-м.н. и д.ф.-м.н. по специальностям соответственно «математическая кибернетика» и «системный анализ и теория автоматического управления». В 1997 и 2006 гг. избран соответственно членом-корреспондентом и академиком РАН (специальность «процессы управления»), в 2006 г. – директором Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН.



С.Н. Васильев – известный в стране и за рубежом специалист в области теории управления, математической кибернетики и системного анализа, автор и соавтор более 400 научных работ, в том числе 14 монографий.

Разрабатываемые направления: математическая теория систем, качественный анализ свойств нелинейных систем с управлениями, в том числе логико-динамических систем, интеллектуальное управление, многокритериальное принятие решений, логические методы автоматизации решения задач на ЭВМ, системный анализ, моделирование и управление процессами регионального развития.

Станиславом Николаевичем развиты строгие и регулярные методы математической теории систем для редукции сложности исследуемых моделей в терминах отображений типа функций сравнения и морфизмов с применениями к задачам устойчивости, управляемости, оптимальности и других свойств нелинейных систем, в том числе к управлению механическими системами, анализу автоматных сетей, асинхронных переключательных схем и др. Им впервые дано применение аппарата вектор-функций Ляпунова в задачах управляемости и оптимальности нелинейных систем, в том числе при наличии возмущений и фазовых ограничений.

С.Н. Васильев является автором приоритетных методов представления и обработки знаний в предложенном им логическом формализме позитивно-образованных формул, методов алгоритмизации решения логических уравнений в этом формализ-

ме, алгоритмического поиска выводов и гипотез с приложениями к проблемам повышения уровня интеллектуальности систем автоматического управления и систем поддержки управленческих решений. С.Н. Васильев – автор методов многокритериального принятия решений с минимальными требованиями к априорной информации, методов гармонизации интересов сторон в динамических играх, в том числе в задачах регионального развития. Академик С.Н. Васильев – постоянный участник авторитетных российских и международных научных и научно-практических конференций, где выступает с пленарными докладами.

Теоретические разработки С.Н. Васильева и его учеников легли в основу оригинальных интеллектуальных программных систем для решения задач качественного и численного исследования нелинейных динамических управляемых систем, эколого-экономического моделирования, поддержки управленческих решений для органов государственной власти и управления, интеллектуализации компьютерных обучающих систем.

С.Н. Васильев – член бюро Отделения энергетики, машиностроения, механики и процессов управления РАН, председатель Научного совета РАН по комплексным проблемам управления и автоматизации, действительный член Академии навигации и управления движением, Российской академии естественных наук и Академии инженерных наук Грузии, член Национального комитета Международной федерации по автоматическому управлению (ИФАК) и ряда других российских и международных профессиональных обществ, председатель программных и организационных комитетов многих российских и международных конференций.

Академик С.Н. Васильев – главный редактор журнала РАН «Автоматика и телемеханика», член редколлегий российских и международных научных журналов: «Известия РАН. Теория и системы управления», «Доклады Академии наук», «Информационные технологии и вычислительные системы» (РАН), «Сибирский журнал прикладной и индустриальной математики», «Проблемы информатики» (СО РАН), «Проблемы управления и информатики», «Nonlinear Dynamics and Systems Theory» (Украина), «Nonlinear Analysis in Aerospace», «Mathematical Problems in Aerospace, Engineering and Sciences» (США) и др.

Станислав Николаевич – председатель диссертационных советов ИПУ РАН, зав. кафедрой МГУ, профессор МФТИ, почётный доктор КАИ, заслуженный деятель науки Республики Бурятия.

На протяжении многих лет С.Н. Васильев являлся руководителем ряда научных и научно-прикладных тем, в том числе в кооперации с другими научными организациями и университетами. Он – создатель научной школы по устойчивости и управлению в гетерогенных и некоторых других моделях динамических и интеллектуальных систем, неоднократно приглашался в ведущие зарубежные исследовательские центры и университеты для чтения лекций и работы в совместных научных проектах.

За успешную научную деятельность Станислав Николаевич отмечен званиями лауреата Государственной премии СССР в области науки и техники (1984), премиями Правительства РФ в области образования (2011) и в области науки и техники (2013), награждён орденами Почёта, Дружбы, медалью «За трудовое отличие», медалью им. С.П. Королёва Федерации космонавтики РФ, медалью «За заслуги в обеспечении скрытности и защиты кораблей» РАН и ВМФ, различными грамотами и благодарностями РАН, СО РАН, ИНЦ СО РАН и органов государственной власти.

## СТАНИСЛАВ ВАСИЛЬЕВИЧ ЕМЕЛЬЯНОВ



Станислав Васильевич Емельянов родился 18 мая 1929 г. в г. Воронеже. Отец, Емельянов Василий Маркарович, – военнослужащий, мать, Чипкова Людмила Герасимовна, – учительница. В 1947 г. окончил среднюю общеобразовательную школу № 118 г. Николаева.

Учился в Московском авиационном институте на факультете приборостроения и систем управления летательных аппаратов (1947–1952), затем (1953–1957) – в аспирантуре (без отрыва от производства) при Институте автоматики и телемеханики АН СССР.

В 1952 г. С.В. Емельянов поступил на работу в Институт автоматики и телемеханики, где прошёл путь от инженера до заместителя директора по науке (с 1967 по 1975 г.). С 1976 г. работает в Институте системных исследований АН СССР (ВНИИСИ, в настоящее время Институт системного анализа РАН – ИСА РАН). С 1993 по 2003 г. – директор ИСА РАН. В 1977–2002 гг. – генеральный директор Международного НИИ проблем управления (МНИИПУ – образован в 1978 г. на базе международного коллектива учёных при ВНИИСИ). В настоящее время С.В. Емельянов – научный руководитель ИСА РАН и МНИИПУ.

Кандидат технических наук (1958), тема диссертации – «Системы автоматического управления с переменной структурой». Доктор технических наук (1964), тема диссертации – «Теория систем с переменной структурой». Профессор (1966).

Заведующий кафедрой нелинейных динамических систем и процессов управления факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ (с 1989 г.). Почётный профессор МГУ (1998), заслуженный профессор МГУ (1999).

Член-корреспондент АН СССР (1970), действительный член РАН (1984), академик-секретарь Отделения информатики, вычислительной техники и автоматизации РАН (1992–2002). В настоящее время – заместитель академика-секретаря Отделения нанотехнологий и информационных технологий (ОНИТ РАН), руководитель секции информационных технологий и автоматизации. Член IEEE, иностранный член Академии Боснии и Герцеговины, почётный доктор Университета г. Сараево, член Нью-Йоркской академии наук.

Лауреат Ленинской премии (1972), Государственной премии СССР (1980), премии Совета министров СССР (1981), Государственной премии Российской Федерации (1994, 2010), премии Президиума РАН им. акад. А.А. Андропова (2000), лауреат Ломоносовской премии МГУ по науке I степени (2002).

С.В. Емельянов награждён орденами Октябрьской Революции (1974), Дружбы народов (1979), «За заслуги перед Отечеством» III и IV степени (1999, 2004), Кирилла и Мефодия (Болгария), «За заслуги» (Польша).

Член редакционных коллегий журналов РАН: «Автоматика и телемеханика», «Дифференциальные уравнения», «Доклады Академии наук». Главный редактор журналов РАН «Информационные технологии и вычислительные системы», «Искусственный интеллект и принятие решений», «Информатика и её применения».

Председатель Совета по математике при Министерстве образования и науки РФ. Является членом учёных и специализированных советов при МГУ и ИСА РАН.

Основные научные результаты С.В. Емельянова относятся к теории систем переменной структуры; теории бинарного управления и новых типов обратной связи; глобальной управляемости и стабилизации нелинейных систем; технологии системного моделирования и системного проектирования средств автоматизации; геометрическим методам анализа нелинейных систем; робастной устойчивости и стабилизации неопределённых систем.

В кандидатской диссертации С.В. Емельянов решил одну из центральных проблем автоматике – задачу управления объектом с сильной изменчивостью параметров. Впервые в мировой практике стало возможным регулярное использование неустойчивых движений и неустойчивых структур для улучшения качества переходных процессов в системах автоматического управления.

В 60-х гг. С.В. Емельяновым и его школой разработана теория систем автоматического управления с переменной структурой (СПС), в которой акцент делается на преднамеренном использовании скользящих режимов. Именно в таком варианте достигается полная независимость (инвариантность) уравнений движения от факторов неопределённости (возмущений параметров и внешних сил). В теории СПС эффективно решались актуальные задачи теории управления, в том числе: стабилизация сильно неопределённой системы; построение астатической системы слежения произвольного порядка; фильтрация и дифференцирование при неизвестной интенсивности шума; декомпозиция в многосвязных системах; оптимизация при неизвестных градиентах оптимизируемой функции и функций, задающих ограничения; основные задачи теории инвариантности; задачи управления при различного рода ограничениях и задачи идентификации параметров динамических систем. В 1972 г. за цикл работ по теории СПС Станислав Васильевич удостоен Ленинской премии в области науки и техники.

В 70-х гг. С.В. Емельянов занимается проблемой комплексной автоматизации, под его руководством на базе идей СПС разработан комплекс технических средств КТС-ЛИУС-СУПС из 40 приборов для решения задач локальной автоматике, который десятки лет выпускался серийно. С.В. Емельянов руководил комплексной автоматизацией технологических процессов на «Запсибметкомбинате» (премия Совета министров СССР 1981 г.). Реализовал проект по разработке автопилотов для одного класса летательных аппаратов (Государственная премия СССР 1981 г.).

В 1975 г. С.В. Емельянов совместно с академиком Д.М. Гвишиани организует ВНИИСИ (сегодня ИСА РАН) – академический институт, ориентированный на выполнение крупных комплексных проектов, требующих междисциплинарного подхода. Здесь С.В. Емельянов возглавляет работы по глобальному и имитационному моделированию, математическим методам информатики и управления, системному анализу.

Исследование С.В. Емельяновым нового типа нелинейной обратной связи, названной впоследствии координатно-операторной, привело к формированию в 1981–1991 гг. нового раздела современной теории обратной связи. Эта теория позволила синтезировать оригинальные методы управления в условиях неопределённости и осмыслить общий механизм синтеза законов управления при дефиците информации. Новую трактовку получили и вопросы теории инвариантности, поя-

вилась возможность построить законченную теорию дискретных и цифровых СПС. В 1994 г. цикл работ по теории новых типов обратной связи удостоен Государственной премии Российской Федерации по науке и технике.

В 90-е гг. С.В. Емельяновым получены важные результаты по математическим методам исследования сложных динамических систем, в том числе по робастной устойчивости, по управлению хаотической динамикой и локализации неустойчивых циклов, по управлению билинейными системами. Эти работы отмечены в 2000 г. премией Президиума РАН им. акад. А.А. Андропова и в 2002 г. – Ломоносовской премией МГУ по науке I степени.

С.В. Емельянов – основатель известной научной школы. Он подготовил более 30 докторов и 70 кандидатов наук; среди его учеников – академики, члены-корреспонденты РАН и других академий, руководители институтов, фирм.

В МГУ С.В. Емельянов читает лекционные курсы «Введение в теорию обратной связи», «Математические основы теории систем автоматического управления».

Является автором 18 книг и свыше 250 статей. Получил 70 патентов на изобретения. Основные монографии: «Системы автоматического управления с переменной структурой» (М.: Наука, 1967); «Теория систем с переменной структурой» (М.: Наука, 1970; в соавторстве); «Системное проектирование средств автоматизации» (М.: Машиностроение, 1978; соавторы Н.Е. Костылева, Б.Л. Матич, Н.Н. Миловидов); «Бинарные системы автоматического управления» (М.: Мир, 1987; на англ. языке); «Variable Structure Control Systems: Discrete and Digital» (CRC Press Inc. USA, 1994; co-authors S.K. Korovin, I.G. Mamedov); «Новые типы обратной связи: управление при неопределённости» (М.: Наука; Физматлит, 1997; соавтор С.К. Коровин); «Геометрические методы в вариационных задачах» (М.: Магистр, 1998; соавторы Н.А. Бобылёв, С.К. Коровин); «Control of indefinite Nonlinear dynamic systems. Induced internal feedback» (Springer, 1998. 196 p. (Lecture note in Control and Information sciences; Vol. 231); co-authors I.F. Burovoi, F.Yu. Levada); «Гомотопии экстремальных задач» (М.: Наука, 2001; соавторы С.К. Коровин, Н.А. Бобылёв, А.В. Булатов); «Методы нелинейного анализа в задачах управления и оптимизации» (М.: Эдиториал УРСС, 2002; соавторы Н.А. Бобылёв, С.К. Коровин); «Задачи и теоремы по теории линейной обратной связи» (М.: Изд-во МГУ, 2004; соавторы С.К. Коровин, В.В. Фомичев, А.С. Фурсов); «Избранные труды по теории управления» (М.: Наука, 2006); «Homotopy of Extremal Problems. Theory and Applications» (Berlin: Walter de Gruyter GmbH, 2007; co-authors S.K. Korovin, N.A. Bobylev, A.V. Bulatov); «Методы идентификации промышленных объектов в системах управления» (Кемерово; М.: Российские университеты, 2007; соавторы С.К. Коровин, Л.П. Мышляев); «Теория и практика прогнозирования в системах управления» (Кемерово; М.: Российские университеты, 2008; соавторы С.К. Коровин, Л.П. Мышляев и др.).

## ДМИТРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ НОВИКОВ

Член-корреспондент РАН с 2008 г., доктор технических наук, профессор, заместитель директора Института проблем управления по научной работе (с 2005 г.). Пришёл в Институт в 1989 г. студентом Физтеха и в возрасте 27 лет (институтский рекорд!) защитил докторскую диссертацию.

Д.А. Новиков – известный учёный в области теории управления: теория и механизмы функционирования иерархических организационных систем, мультиагентные системы и управление децентрализованными системами, управление проектами, рефлексивные игры и сетевые структуры. За цикл монографий и работ по теории управления социально-экономическими системами награждён медалью РАН для молодых учёных.



Дмитрием Александровичем созданы теоретические основы разработки и исследования теоретико-игровых и оптимизационных моделей управления системами междисциплинарной природы (организационно-технической, социально-экономической, эколого-экономической и др.). Им предложены оригинальные методы анализа, синтеза и оптимизации управления иерархическими, многокомпонентными, динамическими и распределёнными организационными системами, в том числе функционирующими в условиях неопределённости, кооперативного или конкурентного взаимодействия элементов, с учётом коммуникативной поддержки и информационного противодействия. Разработаны комплексы прикладных механизмов управления, эффективность которых подтверждена при синтезе и практическом внедрении механизмов управления проектами федерального, регионального и корпоративного уровня.

Наряду с активной научной работой, Д.А. Новиков проявил себя и в роли научного наставника, энергично и с интересом работающего с молодёжью: им подготовлены более 30 кандидатов и докторов наук.

Дмитрий Александрович является главным редактором журнала «Проблемы управления» и сборника «Управление большими системами». Он – член редколлегии ряда ведущих российских и зарубежных научных журналов; руководитель двух общемосковских научных семинаров: «Экспертные оценки и анализ данных» и «Теория управления организационными системами»; организатор ряда международных конференций: «Современные сложные системы управления», «Управление большими системами», «Теория активных систем», молодёжных научных конференций по проблемам управления и др. Заведующий кафедрой «Проблем управления» на факультете радиотехники и кибернетики МФТИ.

## МИХАИЛ СЕРГЕЕВИЧ ШКАБАРДНЯ



Доктор технических наук, министр приборостроения, средств автоматизации и систем управления СССР (1980–1989), заслуженный машиностроитель РСФСР, доктор технических наук, профессор.

С 1995 г. – научный советник Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН.

Родился 18 июля 1930 г. в станице Тбилисской Краснодарского края в семье колхозников.

В 1954 г. окончил Новочеркасский политехнический институт им. С. Орджоникидзе по специальности «автоматические и измерительные приборы и устройства».

Трудовую деятельность начал на Краснодарском заводе электроизмерительных приборов, пройдя путь

от помощника мастера до главного инженера завода.

Начиная с 1968 г. свыше двадцати лет работал в аппарате Министерства приборостроения, средств автоматизации и систем управления СССР главным инженером главка, начальником главка, начальником научно-технического управления министерства, заместителем министра, а с сентября 1980 по июль 1989 г. – министром приборостроения, средств автоматизации и систем управления СССР.

С 1989 по апрель 1991 г. был управляющим делами Совета министров СССР, членом Президиума Совета министров СССР.

М.С. Шкабардня является автором более 100 научных работ и изобретений, монографий и исторических очерков. В 2004 г. вышел из печати его фундаментальный труд – монография «Приборостроение – XX век», рассказывающая об истории становления и развития отечественного приборостроения как самостоятельной отрасли машиностроения

В 1970 г. Михаил Сергеевич защитил кандидатскую диссертацию, посвящённую исследованиям и разработке быстродействующих самопишущих приборов (БСП), ранее не выпускавшихся отечественной промышленностью. За разработку и организацию серийного производства этих приборов ему в 1972 г. было присвоено звание лауреата премии им. С.И. Вавилова.

В 1980 г. он защитил в Московском энергетическом институте (МЭИ) докторскую диссертацию «Теория и принципы построения БСП», а в 1981 г. вышла из печати его монография на ту же тему.

С 1981 по 1986 г. М.С. Шкабардня по совместительству работал заведующим кафедрой АСУ ТП в МЭИ. Его собственная научная деятельность в основном связана с исследованием быстродействующих динамических процессов и теорией управления, результаты выполненных работ обобщены им в ряде монографий, статей и научных докладов.

Будучи руководителем отрасли приборостроения, Михаил Сергеевич уделял значительное внимание развитию материально-технической базы Института проблем управления, формированию его научного коллектива и продвижению разработок ИПУ в ведущие отрасли народного хозяйства страны.

За разработку систем управления для нужд ВМФ СССР М.С. Шкабардне в 1976 г. присуждено звание лауреата Государственной премии СССР. Он также награждён двумя орденами Ленина, орденом Октябрьской Революции, орденом Трудового Красного Знамени, орденом «За заслуги перед Отечеством» IV степени и рядом медалей.

С 1980 по 1989 г. М.С. Шкабардня избирался депутатом Верховного Совета СССР, был членом ЦК КПСС.

В 1990 г. за заслуги в создании и проведении испытаний многоразовой космической системы «Энергия–Буран» Михаилу Сергеевичу присвоено звание Героя Социалистического Труда СССР.

## БОРИС ТЕОДОРОВИЧ ПОЛЯК



Борис Теодорович Поляк родился 4 мая 1935 г. в Москве. В 1958 г. он окончил Московский институт стали и сплавов, а в 1963 г. – очную аспирантуру механико-математического факультета МГУ. В 1963 г. защитил кандидатскую, а в 1978 г. – докторскую диссертацию. С 1963 г. работал в ВЦ МГУ.

С 1971 г. Б.Т. Поляк работает в Институте проблем управления РАН. Он был ближайшим и долготлетним соратником академика Я.З. Цыпкина и после его смерти в течение 15 лет возглавлял Лабораторию адаптивных и робастных систем, одну из ведущих в стране в области фундаментальных исследований по теории автоматического управления. В настоящее время Б.Т. Поляк работает в должности главного научного сотрудника лаборатории.

Борис Теодорович Поляк является одним из наиболее крупных российских ученых – специалистов в области теории оптимизации и автоматического управления.

В начале своей научной деятельности Б.Т. Поляк занимался задачами оптимизации. Одним из первых он предложил общие методы для решения оптимизационных задач при наличии ограничений и методы минимизации негладких функций. Позже он обобщил методы оптимизации на задачи со случайными помехами, эти результаты составили основу исследования алгоритмов стохастической аппроксимации для проблем оценивания, идентификации и адаптации. Совместно с Я.З. Цыпкиным он разработал оптимальные и робастные алгоритмы для решения подобных задач. Большую известность получил алгоритм стохастической аппроксимации с усреднением, носящий имя Поляка–Рупперта.

С конца 1980-х гг. интересы Б.Т. Поляка смещаются в область робастной устойчивости. Ряд полученных им результатов (например, годограф Цыпкина–Поляка) вошёл во многие учебники по робастному управлению. Большое внимание Борис Теодорович уделяет трудным задачам линейной теории управления – синтезу регуляторов низкого порядка, подавлению ограниченных внешних возмущений, различным «нелинейным» проблемам, таким как управление хаосом.

Список научных трудов Б.Т. Поляка включает более 300 наименований: 4 монографии, около 190 статей в отечественных и зарубежных научных журналах; 160 статей в трудах конференций. Его индекс Хирша равен 28.

Монография Б.Т. Поляка «Введение в оптимизацию», вышедшая в 1983 г. (2-е издание – 2013 г.), была переиздана в США. В 2014 г. опубликована монография «Управление линейными системами при внешних возмущениях: Техника линейных матричных неравенств», в которой изложен ряд результатов по недостаточно освещённому (прежде всего, в отечественной литературе) вопросу применения линейных матричных неравенств и техники инвариантных эллипсоидов к управлению линейными системами в присутствии внешних возмущений и системных неопределённостей.

Б.Т. Поляк ведет активную и обширную научно-организационную деятельность. Он является председателем Комиссии по сигналам и системам Российского национального комитета по автоматическому управлению, членом бюро Научного совета по теории управляемых процессов и автоматизации РАН и председателем его секции «Управление, устойчивость и оптимизация процессов»; членом Учёного совета ИПУ РАН и председателем секции по теории управления Научного совета ИПУ РАН; членом диссертационных советов при ИПУ РАН, ИСА РАН и ИППИ РАН; председателем Оргкомитетов воссозданных им Всероссийских традиционных молодёжных летних школ «Управление, информация и оптимизация»; членом Комитета по моделированию, идентификации и обработке сигналов ИФАК; членом Американского математического общества; членом программных комитетов многих международных и российских конференций.

Б.Т. Поляк является заместителем главного редактора журнала «Автоматика и телемеханика», членом редколлегий пяти международных журналов: *Journal of Optimization Theory and Applications*, *Numerical Functional Analysis and Optimization*, *Computational Optimization and Applications*, *Control and Cybernetics*, *Applied and Computational Mathematics* и двух российских журналов: «Управление большими системами» и «Проблемы управления».

Б.Т. Поляк возглавлял ряд грантов РФФИ, программ Президиума и ОЭММПУ РАН, ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России», ряд международных проектов (Франция, Украина). С 2008 г. Б.Т. Поляк – руководитель программы сотрудничества между Российской академией наук и Национальным советом исследований Италии.

На протяжении многих лет Б.Т. Поляк ведёт активную преподавательскую деятельность. В 1960–1971 гг. он работал на мехмате и ВМК МГУ, с 1983 г. в течение многих лет преподавал в МФТИ; в настоящее время Б.Т. Поляк – профессор Школы анализа данных («Школа Яндекса»). 20 его учеников стали кандидатами, а 5 – докторами наук.

Б.Т. Поляк в качестве приглашённого профессора регулярно посещал университеты США, Франции, Италии, Израиля, Австралии, Мексики, участник многих авторитетных международных конференций и симпозиумов, в том числе с пленарными докладами. Он выступал на семинарах в университетах России, США, Франции, Великобритании, Италии, Нидерландов, Германии, Израиля, Швеции, Китая, Австралии и многих других стран.

За вклад в развитие фундаментальных исследований и за выдающиеся результаты в области оптимизации и управления в 1994 г. Б.Т. Поляк удостоен премии им. академика А.А. Андропова РАН, в 2000 и 2008 гг. – премии за лучшую статью в журналах издательства «Наука», премий им. А.М. Лётова (1999, 2010), В.С. Кулебакина (2004), Я.З. Цыпкина (2005), А.А. Фельдбаума (2006) Института проблем управления РАН, а также ряда других премий и наград.

Борис Теодорович Поляк первым в нашей стране получил почётное звание *IFAC Fellow* (2006). В 2012 г. он удостоен Золотой медали Европейской ассоциации по исследованию операций EURO-2012.

## АЛЕКСАНДР АЛЕКСАНДРОВИЧ ДОРОФЕЮК



Александр Александрович Дорофеюк после окончания в 1958 г. московской школы с серебряной медалью поступил в Московский авиационный институт (МАИ), куда был принят без экзаменов как медалист, чемпион РСФСР по авиамodelьному спорту (таймерные модели) и призёр двух математических олимпиад МГУ. После второго курса МАИ перевёлся в Московский физико-технический институт (МФТИ) на факультет радиотехники и кибернетики, который окончил с отличием в 1965 г. В том же году был принят в очную аспирантуру МФТИ.

В Институте автоматики и телемеханики (ИАТ) А.А. Дорофеюк пришёл в 1962 г. после лекции проф. М.А. Айзермана в МФТИ о новом направлении в кибернетике – «распознавании образов». С этого времени А.А. Дорофеюк под руководством Э.М. Бравермана начал проводить исследования в области моделирования процессов автоматического формирования понятий (автоматическая классификация, обучение распознаванию без поощрения, кластерный анализ и пр.). Уже в 1963 г. на первой Всесоюзной конференции по теории и практике построения самонастраивающихся систем он сделал доклад (в соавторстве с Э.М. Браверманом) по обучению машины распознаванию образов без поощрения, который вызвал оживлённую дискуссию. В 1964 г. А.А. Дорофеюк был зачислен в штат сотрудников лаборатории М.А. Айзермана.

В 1969 г. А.А. Дорофеюк защитил кандидатскую диссертацию «Методы распознавания образов без учителя и их применение» (руководитель – М.А. Айзерман). В последующие годы под руководством Э.М. Бравермана он продолжал исследования в области интеллектуальных методов анализа сложно организованных данных, разработки новых алгоритмов интеллектуального анализа информации, их теоретического исследования и использования при решении широкого спектра прикладных задач. После ухода из жизни в 1977 г. Э.М. Бравермана Александр Александрович возглавил в Институте это направление исследований.

В последующее десятилетие исследование задач классификационного анализа было связано с так называемым вариационным подходом, то есть рассмотрением уравнений, следующих из необходимых условий экстремума функционала качества классификации (равенства нулю первой его вариации). Теоретическую базу таких исследований заложил Э.М. Браверман ещё в 1966–1967 гг., реализовав вариационный подход для конкретного критерия качества классификации. Эта работа была обобщена в нескольких направлениях А.А. Дорофеюком и Е.В. Бауманом. Начиная с 1980–1981 гг. вариационный подход к исследованию алгоритмов классификационного анализа проводится для случая размытой классификации, когда вместо характеристических функций классов вводятся функции принадлежности к классу. К концу 80-х гг. группой научных сотрудников под руководством А.А. Дорофеюка был получен ряд важных теоретических результатов, позволивших свести к задаче классификационного анализа целый ряд других задач интеллектуального анализа информации. Это, прежде всего, задачи структурной идентификации (кусочной аппроксимации сложных функциональных преобразователей), экстремальной группировки параметров, диагонализации матрицы связи и ряд других.

Одновременно группой А.А. Дорофеюка велись интенсивные работы по использованию разработанных алгоритмов классификационного анализа для решения ряда прикладных задач. Наиболее масштабные и эффективные результаты были получены при использовании разработанных экспертно-классификационных методов для анализа и совершенствования крупномасштабных социально-экономических и организационно-административных систем управления. Это, прежде всего, проекты «Запчасть» (разработка системы планирования и управления обеспечением народного хозяйства и оборонного комплекса СССР запасными частями к автомобилям, сельхозтехнике, механизмам и оборудованию), «Автоперевозки» (совершенствование системы управления Министерства автомобильного транспорта РСФСР), «Региональное здравоохранение» (совершенствование системы управления региональным здравоохранением на примере Москвы и Новгородской области) и ряд других. По результатам проведённых исследований в 1981 г. А.А. Дорофеюк защитил докторскую диссертацию «Методы автоматической классификации и проблема исследования организационных систем управления». В 1984 г. ему присвоено учёное звание профессора.

В 1988 г. по инициативе зав. лаб. № 25 М.А. Айзермана на базе сектора № 25.1, входившего с 1984 г. в состав этой лаборатории, была создана лаб. № 55, заведующим которой был назначен А.А. Дорофеюк.

Александр Александрович Дорофеюк является всемирно известным учёным в области интеллектуального анализа сложно организованных данных и распознавания образов, им опубликовано более 200 научных трудов, в том числе 15 монографий. Он избран президентом Российского классификационного общества. В качестве приглашённого профессора читал лекции по экспертно-классификационным методам анализа данных в университетах США, Италии, Франции, Австрии, Болгарии. Он принимал активное участие в организации и работе Международного института прикладного системного анализа (IASA) в Лаксенбурге (Австрия).

А.А. Дорофеюк – член Учёного совета ИПУ РАН, председатель секции Учёного совета № 2 «Теория управления социально-экономическими, медико-биологическими и организационными структурами», член Научного совета РАН по теории управляемых процессов и автоматизации, Научно-технического совета Министерства транспорта Правительства Московской области, Экспертного совета Фонда «Социальное развитие» при Правительстве РФ, Экспертных советов РФФИ по направлениям 07 и офи-м. Он является членом диссертационных советов Д002.226.02 ИПУ РАН и Д002.086.02 ИСА РАН и членом редколлегий журналов «Проблемы управления» и «Управление большими системами». С 1993 по 2014 г. был руководителем в 8 грантах РФФИ, в 7 – исполнителем.

В 1994–1996 гг. А.А. Дорофеюк – консультант международной консалтинговой компании *Dun & Bredstreet*, в 2001–2003 гг. – член Экспертного совета Российского фонда социальных реформ (SPIL), в 2002–2003 гг. – консультант Комитета Государственной думы ФС РФ по труду и социальной политике.

Александр Александрович ведёт большую научно-организационную и педагогическую работу. За последние 5 лет входил в состав программных комитетов и был председателем секции на 22 международных и всероссийских конференциях. Под его руководством защищены 15 кандидатских и 3 докторские диссертации. В разные годы читал лекции как доцент или профессор в МФТИ, МАДИ, Академии народного хозяйства при СМ СССР, НИУ ВШЭ. В настоящее время – профессор кафедры «Математические методы системного анализа» НИУ ВШЭ.

А.А. Дорофеюк награждён Почётной грамотой РАН и профсоюза работников РАН «За многолетнюю плодотворную работу в Российской академии наук».

## ПАВЕЛ ПАВЛОВИЧ ПАРХОМЕНКО



Доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАН Павел Павлович Пархоменко сегодня главный научный сотрудник Лаборатории технической диагностики и отказоустойчивости. Он руководит исследованиями сотрудников лаборатории по фундаментальной тематике. Одновременно является председателем секции технических средств автоматизации и вычислительной техники (№ 3) Учёного совета ИПУ РАН. Член двух диссертационных советов. Зам. главного редактора журнала «Автоматика и телемеханика».

Павел Павлович – видный специалист в области технической диагностики и теории дискретных устройств управления, автор более 100 публикаций, в том числе двухтомной монографии «Основы технической диагностики». Имеет изобретения, патенты, ряд внедрений. Основные направления его научных исследований – теория, методы и средства технической диагностики для изделий вычислительной техники; теория дискретных устройств, методы их анализа и синтеза.

П.П. Пархоменко был принят в ИАТ АН СССР в 1955 г. в Лабораторию телеуправления проф. М.А. Гаврилова. Занимался структурной теорией релейных устройств, теорией конечных автоматов, проблемами анализа и синтеза схем. Под его руководством был разработан и внедрён в проектных организациях ряд логических машин для анализа релейных схем. Принципы анализа и синтеза схем распространены П.П. Пархоменко на неисправные дискретные устройства и иные технические объекты. Им были сформулированы предмет исследований, основные понятия и задачи технической диагностики, определены её место и связь с теорией управления и контроля, с теорией надёжности и прогнозированием.

П.П. Пархоменко руководил группой сотрудников, разрабатывавших логические анализаторы релейно-контактных схем и создавших ряд образцов программно-управляемых машин для автоматизированной проверки различных технических объектов (телефонной аппаратуры, электровозов, самолётов, систем управления ракет и др.). В 1964 г. в ИАТ АН СССР по инициативе Павла Павловича и под его руководством была образована новая Лаборатория логических машин (лаб. № 27). П.П. Пархоменко стал инициатором и автором первых в нашей стране разработок универсальной (работающей по сменной программе) аппаратуры автоматизированного контроля сложных изделий в условиях их производства и эксплуатации. Аппаратура применялась в промышленности, две модификации проверочной машины ПУМА выпускались серийно. Разработки активизировали решение задач автоматизации контроля в разных областях народного хозяйства. Новизна тематики привлекла в лабораторию многих молодых инженеров.

Позже лаб. № 27 стала называться Лабораторией технической диагностики и отказоустойчивости. П.П. Пархоменко заведовал ею до 1994 г. Им предложены принципы построения систем тестового и функционального диагностирования,

проектирования новых объектов с учётом требований их диагностического обеспечения. Развитие им основ теории вопросников расширило круг задач по оптимизации процедур диагностирования.

Ежегодные школы-семинары по технической диагностике, проводившиеся под руководством П.П. Пархоменко, вызвали интерес к этому кругу проблем и стали авторитетным форумом для всех учёных и инженеров, занятых разработкой вычислительной и управляющей техники в СССР. С 1973 г. проведено 18 школ. Почти 100 «выпускников» школы-семинара защитили кандидатские диссертации, более 20 стали докторами наук. Проведено шесть Всесоюзных совещаний по технической диагностике и отказоустойчивости.

Под научным руководством П.П. Пархоменко защищено более 20 кандидатских диссертаций, ряд докторов технических наук считают себя его учениками.

П.П. Пархоменко продолжает интенсивно работать по фундаментальной тематике. Им решён ряд задач по системному диагностированию и оптимальному размещению ресурсов в многопроцессорных системах с архитектурами гиперкубов, предложен новый эффективный способ задания циклов в гиперкубах и других графах Кэли кольцевыми последовательностями весов рёбер графов.

## ВЛАДИМИР АЛЕКСЕЕВИЧ ЛОТОЦКИЙ



Председатель секции «Управление технологическими процессами» Учёного совета Института, доктор технических наук, профессор Владимир Алексеевич Лотоцкий – один из крупнейших специалистов в области идентификации систем управления технологическими процессами.

В.А. Лотоцкий появился в ИАТе 19-летним третьекурсником Физтеха в конце 1963 г. и начинал в лаборатории М.А. Айзермана с экспериментов над кроликами (бионика стала предлогом для смены кафедры в Физтехе, то есть для перехода из «ящика» в ИАТ). В 1967 г. он защитил диплом в лаборатории В.С. Пугачёва под руководством А.Л. Райкина.

Окончив в 1970 г. аспирантуру Физтеха под руководством В.С. Пугачёва, был принят на работу в лаб. № 41 младшим научным сотрудником; в 1972 г. защитил кандидатскую диссертацию. После безвременной смерти Н.С. Райбмана, основателя Лаборатории идентификации систем управления, с 1981 по 2006 г. В.А. Лотоцкий руководил этой лабораторией, а в настоящее время работает в ней главным научным сотрудником.

Сначала В.А. Лотоцкий занимался разными разделами «исследования операций»: массовое обслуживание, надёжность, управление запасами. В Лаборатории идентификации, естественным образом, его научные интересы стали смещаться в сторону теории и методов построения математических моделей технологических процессов. Разработанные им методы были успешно внедрены во многих системах управления технологическими процессами в промышленности и бизнесе.

Сегодня он является автором более 200 научных работ, среди которых несколько монографий. Ещё больше книг он перевёл и отредактировал. Почти 30 лет он работает в редколлегии «Автоматики и телемеханики», из них около двенадцати был ответственным секретарём.

Вслед за Н.С. Райбманом, Лотоцкий поддерживал сотрудничество лаборатории с зарубежными коллегами, был активным «офицером» ИФАК: в течение двух сроков был заместителем председателя Технического комитета по приложениям методов моделирования систем управления. В качестве председателя Программного комитета, совместно с коллегами из Института, организовал проведение конференции ИФАК по определению адаптивных стратегий управления в системах управления в промышленности в 1989 г. в Тбилиси. Сегодня он является членом программных комитетов многих международных конференций, в том числе является основателем и председателем Программного комитета международной конференции SICPRO – «Идентификация систем и задачи управления». Большую работу В.А. Лотоцкий провёл в качестве главного редактора симпозиума INCOM'09 и конференции MIM'13 – крупных мероприятий ИФАК, проведённых Институтом в Москве и Санкт-Петербурге.

При активном участии В.А. Лотоцкого начинали работу молодёжные научные конференции и всесоюзные школы – это был «золотой век» работы Совета молодых учёных, где В.А. Лотоцкий был заместителем председателя Совета – Б.А. Березовского.

Коллеги и друзья в России и за рубежом знают его не только как высоко профессионального специалиста – для многих он символизирует образ потомственного русского интеллигента. Лотоцкий родился в 1944 г. в Саратове, где его мать работала фельдшером тылового госпиталя. Отец, Алексей Владимирович, всю жизнь трудился на одном из тульских оружейных заводов: начал учеником чертёжника – завершил главным конструктором. На последнем посту он внёс большой вклад в дело укрепления обороноспособности страны в годы войны, о чём свидетельствует мемориальная доска на доме, который Алексей Владимирович выстроил в Туле собственными руками в своём излюбленном стиле – стиле модерн. А дедушки, дворяне и священнослужители, и бабушки-смолянки вложили в своего внука, нашего нынешнего коллегу, чёткие представления об этике, передав ему семейный, «природный» интеллект.

## ОЛЕГ ПЕТРОВИЧ КУЗНЕЦОВ



Олег Петрович Кузнецов – заведующий лабораторией № 11 Института проблем управления РАН (с 1991 г.), профессор, доктор технических наук, известный специалист в области автоматов, логического управления и искусственного интеллекта. Вся его трудовая жизнь связана с Институтом проблем управления (ИАТом), куда он поступил в 1958 г. после окончания МГУ. Его научный путь начался в коллективе М.А. Гаврилова – одного из создателей теории логических схем, автора первой в мире монографии по применению математической логики для анализа и синтеза схем дискретной автоматики. Здесь О.П. Кузнецов быстро стал признанным в стране специалистом по теории автоматов.

Эпохой в научной жизни целого поколения советских кибернетиков стали знаменитые «Гавриловские школы» (всего их было 33) – многодневные рабочие семинары под руководством М.А. Гаврилова на избранные профессиональные темы, которые превратились в «незримый колледж», объединивший в одну научную семью учёных со всей страны. Наряду с Д.А. Поспеловым, В.И. Варшавским, Л.Я. Розенблюмом Олег Петрович был одним из лидеров этих школ.

Особенностью научной деятельности О.П. Кузнецова всегда было стремление к поиску новых моделей и постановке новых задач. Его первой работой стала оригинальная модель асинхронной логической сети, возможности которой выходят за рамки конечных автоматов. В дальнейшем он изложил теоретические основы программной реализации логических функций и конечных автоматов (1977); предложил модель сетей из языков, которая позволяет представить сложный язык как структуру, состоящую из более простых языков (1980); построил общую теорию конечно-автоматных языков, позволяющую сравнивать языки по выразительности и эффективности (1981). Прикладной реализацией его исследований стал разработанный под его руководством первый конечно-автоматный язык ЯРУС (1972), на основе которого была создана САПР логических устройств (1974) и система автоматизации программирования станков с ЧПУ (1985), серийно выпускавшаяся промышленностью в 80-е гг.

С начала 90-х гг. О.П. Кузнецов работает в области искусственного интеллекта. Его главные интересы в этой области – «загадка быстрой работы медленного мозга», то есть поиск механизмов, позволяющих мозгу решать некоторые задачи быстрее, чем это делает компьютер, в котором скорость передачи информации в миллионы раз выше. Результатом его исследований стало создание и исследование псевдооптических нейронных сетей, работающих на голографических принципах (1992–2000).

В последние годы О.П. Кузнецов опубликовал работы по когнитивному анализу слабоструктурированных ситуаций, когнитивной семантике. Кроме того, им предложена новая потоковая модель – ресурсная сеть.

Профессор Высшей школы экономики О.П. Кузнецов – автор около 130 работ, в том числе трёх изданий книги «Дискретная математика для инженера», широко известной в научно-технической и преподавательской среде. Он – председатель Совета Российской ассоциации искусственного интеллекта (с 2000 г.). Член редакций журналов «Автоматика и телемеханика», «Проблемы управления», «Искусственный интеллект и принятие решений». С 1994 по 2013 г. был руководителем 7 грантов РФФИ.

## ВЛАДИМИР ВАСИЛЬЕВИЧ КУЛЬБА



Владимир Владимирович Кульба родился 17 апреля 1937 г. в г. Россошь Воронежской области. В 1959 г. окончил Московский институт инженеров железнодорожного транспорта. С 1959 по 1962 г. он последовательно по распределению работает электромонтёром, бригадиром, мастером, инженером и старшим инженером по наладке устройств автоматики и телемеханики, сложных защит.

С 1962 г. его работа связана с Институтом проблем управления.

Под его руководством разработаны основы теории и принципы построения оптимальных модульных систем обработки данных, методы анализа сложных систем управления, методы обеспечения достоверности при обработке данных, методы резервирования программных модулей и информационных массивов, теоретические основы обеспечения информационной безопасности систем организационного управления, методы автоматизированного проектирования программного и информационного обеспечения информационно-управляющих систем реального времени и систем с открытой архитектурой. Эти работы составили основу развиваемого в настоящее время рядом институтов нового научного направления, связанного с решением проблем анализа и синтеза модульных распределённых технических и организационных систем управления. Разработанные методы применены для решения ряда актуальных задач синтеза структуры программного обеспечения автоматизированных информационно-управляющих систем (АИУС) «жёсткого» реального времени (РВ), АИУС с открытой архитектурой, структуры специального информационного обеспечения АИУС РВ с их многочисленными внедрениями и, в частности, в процессе разработки структуры программного обеспечения сложных организационных и технических систем.

Созданный и развитый В.В. Кульбой прикладной математический аппарат моделирования и управления развитием социально-экономических систем и систем специального назначения получил широкое признание научной общественности и внедрение в органах федерального уровня (Совет безопасности РФ, Генеральный штаб ВС РФ, Академия Генерального штаба). Он излагается в базовых учебниках высшей школы по исследованию систем управления, организационному управлению и моделированию социально-экономических процессов, читается как лекционный курс в ведущих вузах страны.

В.В. Кульбой получены фундаментальные результаты в области разработки теоретических основ информационной безопасности систем организационного управления, включая разработку методов и средств информационного управления, управления риском, управления в чрезвычайных ситуациях. За цикл работ в области информационной безопасности, информационного управления и проектирования информационно-управляющих систем космических аппаратов В.В. Кульба Президиумом РАН был удостоен премии им. Б.Н. Петрова.

Наряду с созданной в 1980-х гг. В.В. Кульбой мировой научной школой в области анализа и синтеза оптимальных модульных АИУС общего характера, с открытой архитектурой и реального времени, в последние годы сложилась новая научная школа, ориентированная на сценарные исследования устойчивости и безопасного функционирования и развития социально-экономических (в частности, ареала Арктики) и технических систем.

Работы В.В. Кульбы по данным направлениям опубликованы в ведущих научных журналах и монографиях издательствами «Наука», «Физматлит», «Высшая школа», «Машиностроение». В целом, им опубликовано более 500 научных работ, из них более 50 монографий и учебных пособий. Среди его учеников – 18 докторов и 45 кандидатов наук.

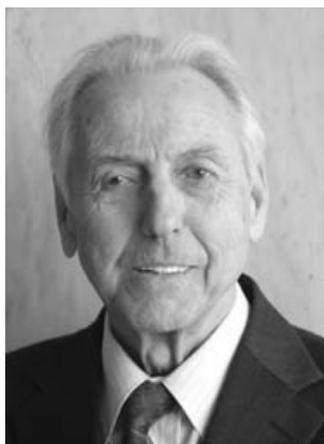
В.В. Кульба активно участвует в научно-организационной деятельности Института в качестве председателя секции «Автоматизированные системы организационного управления и обработки данных» Учёного совета Института, члена редакций журналов «Автоматика и телемеханика», «Проблемы управления» и «Вестник РГГУ» и члена диссертационных советов Института и РГГУ. Более 20 лет под его руководством ежегодно проходит международная конференция «Проблемы управления безопасностью сложных систем» (в совокупности проведено более 60 конференций).

Много лет В.В. Кульба успешно совмещает научную и педагогическую деятельность, будучи заведующим кафедрой «Моделирование в экономике и управлении» Российского государственного гуманитарного университета.

В.В. Кульба – действительный член Российской академии естественных наук и Международной академии информатизации.

Преданный лучшим традициям Института проблем управления, Владимир Васильевич продолжает активно содействовать их сохранению, отдавая опыт и знания новым кадрам науки управления.

## ВЛАДИСЛАВ ЮЛЬЕВИЧ РУТКОВСКИЙ



Владислав Юльевич Рутковский – известный учёный в области теории и систем автоматического управления, родился 20 апреля 1929 г. в г. Переславле-Залесском в семье врачей.

В 1952 г. он с отличием окончил Московский авиационный институт и был направлен на работу в ИАТ АН СССР. В 1957 г. защитил кандидатскую и в 1965 г. докторскую диссертации. В 1968 г. ему присвоено звание профессора, в 1970 и 1981 гг. присуждены Государственные премии СССР. В 1983 г. он награждён Президиумом АН СССР Золотой медалью им. академика Б.Н. Петрова. В 1996 г. ему присвоено почётное звание «Заслуженный деятель науки Российской Федерации».

Первые работы В.Ю. Рутковского были посвящены теории и системам управления тягой жидкостных ракетных двигателей и управлению движением баллистических ракет, основанным на идее рассогласования тяг двигателей.

Широко известны его работы в области исследования динамики нелинейных сервомеханизмов с запаздыванием, в области теории инвариантности.

В.Ю. Рутковский является одним из основоположников и создателей теории адаптивных систем с моделью. При его непосредственном участии разработаны и внедрены первые в СССР самонастраивающиеся системы управления для двух классов ракет.

Им получены фундаментальные результаты в области создания принципов построения и теории систем управления деформируемыми космическими аппаратами, в теории систем многоуровневого управления, разработаны основы теории и принципы координатно-параметрического управления.

В последнее время В.Ю. Рутковский успешно работает над созданием теории управления объектами нового поколения космической техники, к которым относятся большие космические конструкции и свободнолетающие космические манипуляционные роботы.

С 1958 по 1994 г. В.Ю. Рутковский читал базовые курсы на кафедре «Системы управления летательными аппаратами» в Московском авиационном институте.

Длительное время был членом Технического комитета ИФАК по космосу, работал в Высшей аттестационной комиссии и входил в состав редколлегии журналов «Автоматика и телемеханика» и «Известия АН СССР. Техническая кибернетика».

В настоящее время В.Ю. Рутковский является членом Национального комитета по автоматическому управлению. Он возглавляет одну из научных школ Института, является председателем секции и членом Учёного совета, заместителем председателя одного из диссертационных советов Института.

В.Ю. Рутковский пользуется заслуженным авторитетом во многих организациях, занимающихся проектированием и разработкой систем управления летательными аппаратами. Его работы широко известны в нашей стране и за рубежом.

**ВЛАДИМИР НИКОЛАЕВИЧ БУРКОВ**

Владимир Николаевич Бурков родился в 1939 г. В 1963 г. окончил Московский физико-технический институт (МФТИ), в 1966 г. стал кандидатом, в 1975 г. – доктором технических наук, в 1981 г. получил звание профессора по кафедре «Проблемы управления». Сегодня он лауреат Государственной премии СССР, Премии Совета министров СССР, заслуженный деятель науки РФ.

В 1974 г. В.Н. Бурковым была создана Лаборатория активных систем, с тех пор Владимир Николаевич является её бессменным руководителем. Он – автор более 500 публикаций в различных российских и зарубежных изданиях на темы менеджмента, теории активных систем, управления проектами, дискретной оптимизации.



Десятки докторов и кандидатов наук, защитивших диссертации под научным руководством профессора В.Н. Буркова, их ученики, ученики учеников и т.д. составляют сегодня «большую лабораторию», география которой – Россия и практически все страны ближнего зарубежья.

За почти 50 лет развития теории активных систем под руководством В.Н. Буркова было разработано, исследовано и внедрено множество эффективных механизмов управления, применяемых при решении широкого круга задач управления в экономике и обществе.

**ВЛАДИМИР  
НАУМОВИЧ  
ВАПНИК**



**АЛЕКСЕЙ  
ЯКОВЛЕВИЧ  
ЧЕРВОНЕНКИС**

Яркие страницы были вписаны в историю Института проблем управления д.т.н. В.Н. Вапником и к.ф.-м.н. А.Я. Червоненкисом. В начале 60-х гг., придя в лабораторию А.Я. Лернера, молодые учёные быстро стали ведущими специалистами Института. В то время теория распознавания образов уже была «в моде», хотя людей, занимавшихся этой проблемой, было не так уж много (М.А. Айзерман, Э.М. Браверман, Л.И. Розоноэр, М.М. Бонгард).

В течение десяти лет, с 1962 по 1971 г., Владимир Вапник и Алексей Червоненкис разрабатывали метод обобщённого портрета для распознавания образов. В 1968 г. они опубликовали доказательство фундаментального результата – условий равномерной сходимости частот к вероятностям по классу событий. Аналогичные условия были получены для равномерной сходимости средних к математическим ожиданиям по семейству случайных величин. В настоящее время эти результаты широко известны в мире, а понятие размерности Вапника–Червоненкиса (VC-dimension) прочно вошло в международный научный лексикон. В 1995 г. в г. Реховоте (Израиль) и в 1996 г. в Эдинбурге (Великобритания) состоялись рабочие встречи, посвящённые размерности Вапника–Червоненкиса, ставшие впоследствии традиционными: 1998 г. – г. Маале-Ханьиш (Израиль), 2003 г. – Париж (Франция) и т.д. В 2012 г. в г. Пафос на Кипре состоялся международный симпозиум «Меры сложности», посвящённый 75-летию Алексея Яковлевича Червоненкиса.

С 1971 г. В.Н. Вапник и А.Я. Червоненкис продолжили свои исследования в лаб. № 38. Условия равномерной сходимости позволили обосновать сходимость методов обучения, основанных на минимизации эмпирического риска, и получить оценки скорости сходимости. В частности, к таким методам обучения относятся методы построения кусочно-линейных решающих правил, минимизирующих число ошибок на материале обучения.

Разработанные Вапником и Червоненкисом методы решения этой задачи получили название методов структурной минимизации риска. Сегодня они широко применяются в задачах распознавания образов, восстановления регрессионных зависимостей и при решении обратных задач физики, статистики и других научных дисциплин.

К важнейшим применениям метода обобщённого портрета и структурной минимизации риска относится широкий круг задач медицинской диагностики и выделения групп риска (одна из таких задач была решена совместно с Всесоюзным онкологическим центром АМН СССР). Те же методы использовались и в геологии. Совместно с Институтом геологии рудных месторождений АН СССР была создана

система оптимального автоматического оконтуривания руд по данным эксплуатационной разведки. За участие в разработке этой системы А.Я. Червоненкис в 1987 г. был удостоен Государственной премии СССР.

С 1990 г. Владимир Вапник работает за рубежом, начав с фирмы *AT&T Bell Laboratories*, где на базе обобщённого портрета им была создана теория Support Vector Machine (теория машины опорных векторов). В 2012 г. он был награждён престижной американской наградой – медалью им. Бенджамена Франклина и, в том же году, медалью им. Ф. Розенблатта. Обе награды вручены за работы, начатые в ИПУ совместно с А.Я. Червоненкисом в 1960–1970 гг. и продолженные В.Н. Вапником в *AT&T Bell Laboratories* в 1990-х.

Алексей Яковлевич Червоненкис с 2000 по 2010 г. – профессор Лондонского университета (Royal Holloway University of London), но продолжает успешно трудиться в Институте проблем управления. В Лондоне он ведёт исследования по приложениям методов распознавания образов в генетике, а в России занимается применением математических методов в горном деле, биологии, конструировании самолётов, преподаёт в школе анализа данных фирмы Яндекс.

На фотографии, сделанной в 2005 г. В.Н. Новосельцевым, В.Н. Вапник и А.Я. Червоненкис сидят в фойе Британского музея в Лондоне.

## НАТАЛИЯ ПЕТРОВНА ВАСИЛЬЕВА



Заслуженный деятель науки России, доктор технических наук, профессор Наталия Петровна Васильева является крупным учёным в области магнитных запоминающих и логических устройств автоматики и вычислительной техники. В Институте работает с 1950 г., в 1977 г. стала заведующей лабораторией, с 1991 г. – главным научным сотрудником.

Под руководством Н.П. Васильевой было развито новое научное направление, посвящённое созданию бесконтактных магнитных логических элементов автоматики и вычислительной техники. Н.П. Васильева разработала основы теории и методы проектирования магнитных логических элементов, составной частью которой являлась теория функциональной устойчивости, инвариантной к типу логических элементов. Под руководством Н.П. Васильевой впервые в стране были разработаны серии магнитных логических элементов «Логика ЭЛМ50» и «Логика ЭЛМ400», которые нашли широкое применение в народном хозяйстве страны и Военно-морском флоте. В 1977 г. Наталия Петровна создаёт и возглавляет в Институте Лабораторию запоминающих устройств вычислительной техники на непрерывных магнитных средах.

С 1988 г. Н.П. Васильева была инициатором и руководителем тем, посвящённых разработке теории и методов получения ферромагнитных многослойных тонкоплёночных носителей информации: магниторезистивных запоминающих элементов, магнитных дисков и лент. В настоящее время Н.П. Васильева занимается обобщением и анализом работ по магнитной спинтронике, в первую очередь, по многослойным тонкоплёночным магниторезистивным элементам.

Результаты работ Н.П. Васильевой отражены в 7 монографиях и более чем 100 публикациях. Она неоднократно выступала с докладами на международных и всесоюзных конференциях. Под её руководством защитили диссертации 15 аспирантов.

## ВЛАДИМИР МИРОНОВИЧ ВИШНЕВСКИЙ

Владимир Миронович Вишневский родился в 1944 г. в г. Мытищи Московской области в семье служащего. В 1967 г. окончил факультет электронной и счетной техники МЛТИ (Королёвский факультет) с присвоением квалификации «инженер-электрик». С 1967 по 1990 г. работал в Институте проблем управления АН СССР в лаборатории проф. В.А. Жижикашвили в должности младшего научного сотрудника, старшего научного сотрудника, заведующего сектором. В 1971 г. без отрыва от производства окончил факультет прикладной математики МИЭМ с присвоением квалификации «математик». В 1974 г. В.М. Вишневский защитил диссертацию на соискание учёной степени кандидата технических наук, в 1987 г. – диссертацию на соискание учёной степени доктора технических наук. В 1989 г. ему присвоено звание профессора.



В.М.Вишневский – крупный учёный в области прикладной теории вероятностей, теоретической информатики и вычислительной техники. Его работы по теории стохастических сетей, теории экстремальных графов и их приложениям широко известны. Цикл работ по анализу и синтезу стохастических замкнутых сетей, опубликованный В.М. Вишневским в 70-х гг., получил дальнейшее развитие в работах его учеников и ряда отечественных и зарубежных авторов. Его исследования в период 1980–1985 гг. по разомкнутым стохастическим сетям с ограниченными буферными накопителями и моделированию сетевых протоколов легли в основу создания первой в СССР сети пакетной коммутации системы «Сирена».

В 1984–1988 гг. В.М. Вишневским разработана теория топологического синтеза распределённых компьютерных сетей. Полученные результаты широко использовались при проектировании и реализации сети регистрации атомных взрывов и землетрясений (руководитель – акад. Е.П. Велихов), компьютерной библиотечной сети *Libnet* и сети Министерства транспорта РФ, разработанных под руководством В.М. Вишневского.

Фундаментальные исследования по анализу и синтезу сетей передачи информации получили отражение в книге: *Вишневский В.М., Жижикашвили В.А. Сети массового обслуживания. Теория и применение к сетям ЭВМ.* М.: Радио и связь, 1988. Начиная с 70-х гг. по 1990 г. под руководством В.А. Жижикашвили и В.М. Вишневского было проведено 15 всесоюзных конференций, объединивших ведущих учёных и специалистов в области компьютерных сетей, многие из которых впоследствии стали основными разработчиками российского сегмента Интернета и других крупных проектов.

В 1990 г. В.М. Вишневский переходит на работу заведующим лабораторией и затем заместителем директора Института проблем передачи информации РАН. В 1990–1993 гг. под его руководством выполнен цикл теоретических и практических работ по шлюзованию разнородных компьютерных сетей. Приказом Министерства транспорта РФ в 1992 г. В.М. Вишневский был назначен главным конструктором Единой системы бронирования и продажи билетов на транспорте. В этот период разработана шлюзовая система для объединения двух крупнейших в СНГ корпоративных сетей «Экспресс» и «Сирена».

В 1992–1995 гг. им разработаны теоретические методы проектирования корпоративных сетей со стеком протоколов ТСП/IP, методы и алгоритмы управления

динамической маршрутизацией в АТМ-сетях. Эта методология использована при реализации Российского сегмента сети Интернет для науки и образования и создания ряда провайдерских центров в институтах РАН.

Создание теоретических основ проектирования широкополосных беспроводных сетей на базе радиомодемов с шумоподобным сигналом – основное направление работ В.М. Вишневого в период 1996–2002 гг. По заданию Миннауки РФ разработана и реализована первая в стране высокоскоростная распределённая беспроводная сеть под управлением протокола IEEE 802.11, обеспечившая подключение к Интернету порядка 6000 компьютеров организаций науки, культуры и образования г. Москвы. Аналогичные сети были реализованы в наукограде Обнинск, Брянске, Якутске и других регионах страны. Теоретические результаты и большой практический опыт создания крупномасштабных компьютерных сетей нашли отражение в фундаментальной монографии: *Вишневский В.М.* Теоретические основы проектирования компьютерных сетей. М.: Техносфера, 2003. 520 с.

В 2002–2007 гг. В.М. Вишневым создана теория динамического управления стохастическими системами циклического опроса. На базе этой теории разработаны методы, алгоритмы и программные средства, обеспечивающие минимизацию интерференции при передаче информации в региональных беспроводных сетях. Разработана серия отечественных радио- и инфракрасных модемов (совместимых со стандартами IEEE 802.11 (16), превосходящих по целому ряду параметров известные зарубежные аналоги. Разработанные программно-технические средства предназначены для комплектации беспроводных региональных сетей, обеспечивающих решение проблемы «информационного неравенства» российских регионов.

Проведенные исследования положены в основу двух книг: *Вишневский В.М., Ляхов А.И., Портной С.Л., Шахнович И.В.* Широкополосные беспроводные сети передачи информации. М.: Техносфера, 2005; и *Вишневский В.М., Семёнова О.В.* Методы динамического управления системами циклического опроса и их применение в широкополосных беспроводных сетях. М.: Техносфера, 2009.

С 2008 по 2012 г. под руководством В.М. Вишневого разработан ряд инновационных проектов. В частности, создана информационно-справочная система «Маршруты» поиска оптимальных интермодальных маршрутов на пассажирском транспорте (авиационный, железнодорожный, автобусный, речной и морской). Её услугами воспользовались десятки миллионов пассажиров. Заключен контракт с корпорацией *Google* по использованию системы «Маршруты» на портале *Google*. ОАО «РЖД» куплена лицензия на использование патента «Информационно-справочная система поиска оптимальных маршрутов на пассажирском транспорте». В этот период выполнен цикл работ по исследованию беспроводных сетей нового поколения (*next generation networks*), завершившихся публикацией монографии: *Вишневский В.М., Портной С.Л., Шахнович И.В.* Энциклопедия WiMAX. Путь в 4D. М.: Техносфера, 2010.

В начале 2013 г. В.М. Вишневский возвращается на работу в ИПУ РАН, организовав лабораторию № 69 «Управление сетевыми системами».

Начиная с 1990 г. по настоящее время В.М. Вишневский является профессором кафедры «Инфокоммуникационные системы и сети» МФТИ. Под его руководством защищено 23 кандидатских диссертации. Он ведёт большую научно-организационную работу, являясь членом двух диссертационных советов, членом редколлегий журналов «Проблемы информатики», «Электроника», «УБС», действительным членом *IEEE Communication Society* и *International Telecommunication Academy*. Он автор более 300 научных работ, включая 9 монографий и 25 патентов на изобретения.

## БОРИС ГРИГОРЬЕВИЧ ВОЛИК

Борис Григорьевич Волик пришёл в Институт в 1956 г., будучи студентом-дипломником МЭИ. Он был направлен в группу Семёна Исааковича Бернштейна, и первой его научно-практической задачей стало участие в разработке бесконтактного взрывобезопасного электропривода для технологических процессов на Чирчикском электрохимическом комбинате (Узбекистан). Первая же решённая в ИАТе проблема навсегда привила Борису Григорьевичу вкус к прикладным исследованиям.

Значительное число научно-исследовательских проектов, в которых Б.Г. Волик принимал участие в качестве исполнителя и (или) руководителя, связано с отечественным флотом – военно-морским или торгово-транспортным. Первым таким исследованием стал проект комплексной автоматизации атомной подводной лодки-истребителя (АПЛ) (с 1959 г.). В 1965 г. Борис Григорьевич защищает кандидатскую диссертацию, в которой рассматривает вопросы управления пуском и выхода на тепловую мощность корабельных реакторов и решает соответствующие задачи оптимального управления.

В 1968 г. В.А. Трапезников назначает Бориса Григорьевича своим заместителем по научному руководству всеми темами, которые связаны с работой Института над проблемой комплексной автоматизации АПЛ. В том же году открываются межотраслевые темы по созданию нового поколения систем управления АПЛ. В результате этих работ удалось обосновать ту идею, что требования к управляющим системам должны формулироваться на базе моделирования и анализа перечня основных боевых действий АПЛ. Создание таких моделей, наряду с разработкой принципов и алгоритмов управления подсистемами и АПЛ в целом, стали основной темой работ Б.Г. Волика и его коллектива. Впоследствии Борис Григорьевич принимал участие в разработке управляющих систем нового поколения линейных атомных ледоколов «Арктика», «Сибирь».

В 1977 г. Б.Г. Волик защитил докторскую диссертацию.

Научные интересы Бориса Григорьевича не ограничивались корабельной тематикой. К числу его пионерских работ следует отнести изучение связи, существующей между надёжностью и экономической эффективностью АСУ ТП.

В 1982 г. Б.Г. Волик возглавил комиссию АН СССР по упорядочению терминологии теории управления. В состав комиссии от ИПУ входили: П.П. Пархоменко, О.П. Кузнецов, Б.И. Филиппович, В.И. Максимов. Результаты работы комиссии стали содержанием книги «Теория управления, терминология. Сборник рекомендуемых терминов», выпуск 107 (М.: Наука, 1988).

Б.Г. Волик активно участвует и в общественной жизни Института. На заре своей деятельности в ИАТе Борис Григорьевич был председателем первого в истории Института Совета молодых специалистов (1959). Одним из важных дел Совета стала организация циклов лекций ведущих учёных ИАТа (А.М. Лётова, А.А. Фельдбаума, В.С. Пугачёва, Л.И. Розоноэра и др.). Потом была работа в партбюро, а позже – в Совете трудового коллектива.

За свою деятельность в науке Борис Григорьевич Волик отмечен высокими правительственными наградами.



## ВЛАДИСЛАВ ДМИТРИЕВИЧ ЗОТОВ



Владислав Дмитриевич Зотов, известный учёный в области разработки новых технических средств автоматики и систем управления, родился 10 мая 1936 г. в семье военнослужащего в Москве. В настоящее время – доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией № 15 «Сенсоров и сенсорных систем» ИПУ РАН.

На работу в Институт был принят в 1960 г. на должность техника в отдел № 2 (зав. отделом академик Б.Н. Петров). После окончания МАИ им. С. Орджоникидзе в 1962 г. занимал должности инженера, старшего инженера, м.н.с., с.н.с. С 1984 г. – зав. лаб. № 15. До 1963 г. занимался разработкой электронных блоков массовых расходомеров жидкостей, на которые были получены первые авторские свидетельства, в том числе и на дипломную работу в МАИ. В 1963–1965 гг. являлся одним из ответственных разработчиков «Системы контроля целостности и соосности выхода изделия» (электронные блоки), которая затем была установлена на ракетном полигоне «Капустин Яр». В 1965 г. в качестве члена пусковой команды участвовал в испытательных шахтных пусках изделия № 64 («Чёрный сатана»), за что получил письменную благодарность от командования полигона. В 1966 г. занимался разработкой и изготовлением блока обработки видеосигнала инфракрасной системы «Город», предназначенной для получения тепловой картины наземных объектов с орбиты космического корабля «Восход». В 1967 г. поступил в вечернюю аспирантуру ИАТа. В процессе работы над диссертацией им была предложена и затем развита концепция использования потенциально информационно ёмких явлений и эффектов в полупроводниках и полупроводниковых структурах для построения принципиально новых, высокоэффективных средств восприятия и первичной обработки оптической информации. Им был разработан и авторизован ряд полупроводниковых фотоприёмников, многие из которых внедрены в промышленность и использовались для построения различных систем специального назначения. В частности, несколько модификаций позиционно-чувствительных фотоприёмников с радиальным электрическим полем до конца 80-х гг. выпускались заводом «Плутон» в Москве.

В 1969 г. В.Д. Зотов досрочно защитил диссертацию на соискание учёной степени кандидата технических наук. На протяжении 1970–1975 гг., продолжая работы по созданию и совершенствованию полупроводниковых информационных фотоприёмников, он был одним из ответственных разработчиков системы «Тандем» для работы с малоподвижными целями (совместно с проф. Д.И. Агейкиным). Им была разработана и прошла успешные испытания оптоэлектронная головка самонаведения на базе ПЧФ с радиальным электрическим полем.

В 1975 г. Владислав Дмитриевич защитил диссертацию на соискание учёной степени доктора технических наук. В последующие годы занимался разработкой систем технического зрения для различных промышленных комплексов. В частности, им и его сотрудниками были разработаны и авторизованы малогабаритные системы технического зрения для промышленных сборочных роботов. В 1982 г. при работе с полупроводниковыми структурами, имеющими неоднозначные вольт-амперные характеристики, им было обнаружено и в дальнейшие годы объяснено и исследовано явление управляемой скачковой проводимости (Z-эффект). На основе

этого явления были разработаны не имеющие аналогов в мировой практике сенсоры магнитного поля, температуры, силы, касания, оптического излучения, ультрафиолетового излучения и др. До конца 80-х гг. эти работы не публиковались в открытой печати, так как подпадали под соответствующие разделы перечня Главлита. В 1989 г. Зотовым и его сотрудниками было получено авторское свидетельство на «Полупроводниковые структуры, методы управления их проводимостью и чувствительные элементы на основе этих структур». В дальнейшем это авторское свидетельство легло в основу полученных патентов США, ряда европейских стран и Китая. В течение 70–80-х гг. В.Д. Зотов вёл большую научно-организационную работу. Вначале под руководством Б.С. Сотскова, а затем совместно с Б.И. Филипповичем он занимался организацией и проведением ежегодных Всесоюзных семинаров-конференций «Оптические и электрооптические методы съёма, обработки, хранения и представления информации». По аналогичной тематике совместно с Б.П. Петрухиным велись работы в рамках СЭВ с Болгарией, Чехословакией, Польшей и Венгрией. В 1980 г. В.Д. Зотовым был создан Научно-координационный совет по полупроводниковым первичным преобразователям (сенсорам) Минприбора СССР и АН СССР, объединивший специалистов всех организаций СССР, проводивших работы в данном направлении. Работа Совета внесла большой вклад в развитие микроэлектронной сенсорики в СССР, и во многом благодаря его усилиям в 1987 г. правительством было принято решение о создании в Ульяновске Центра микроэлектроники. В.Д. Зотов являлся бессменным председателем Совета вплоть до его закрытия в связи с расформированием Минприбора.

В 70–80-х гг. В.Д. Зотов занимался педагогической деятельностью, являясь профессором и руководителем специализации «Оптоэлектроника» ФПК МИРЭА. Был научным руководителем ряда аспирантов, 12 из которых защитили кандидатские диссертации, а двое – затем и докторские.

В 90-е гг. продолжались работы по исследованию и совершенствованию различных типов сенсоров на основе явления управляемой скачковой проводимости (Z-сенсоры), совместно с ГИРЕДМЕТ отрабатывались технология их производства и оптимизация конструктивных параметров. На базе Z-сенсоров был разработан ряд портативных приборов контроля и диагностики для медицинских и общепромышленных целей. В эти годы был проведен большой объём работ по пропаганде достижений отечественной науки и поиску инвесторов и партнёров за рубежом. По инициативе ГКНТ СССР, а затем Миннауки России В.Д. Зотов принимает активное участие в подготовке и проведении многих зарубежных выставок «Высокие технологии России» в странах Западной Европы, Дальнего Востока и США. После возобновления выставочной деятельности в России с конца 90-х гг. участвует во многих крупнейших международных форумах, салонах и выставках. За работы в области Z-сенсоров и приборов на их основе отмечен Гран-при 5-го Международного салона инноваций и инвестиций и более чем 25 медалями и специальными дипломами. Среди них – медали «Национальная безопасность» Госстандарта России, «Высокие технологии XXI века», *Genius-2000* Венгерской ассоциации изобретателей, *Eureka-2004* и *Eureka-2005* Брюссельской всемирной выставки изобретений. Работы по Z-сенсорам были представлены на Российской национальной выставке в Париже в 2010 г. и выставке «Научно-технические и инновационные достижения России» в Мадриде. В 2013 г. на 14-м Международном форуме «Высокие технологии XXI века» работы по Z-сенсорам были удостоены высшего знака «Золотой Святой Георгий».

В открытой печати В.Д. Зотовым опубликовано более 200 работ. Среди них одна книга и две брошюры, получено 40 авторских свидетельств на изобретения и патентов.

## ЭММАНУИЛ ЛЬВОВИЧ ИЦКОВИЧ



Доктор технических наук, профессор Эммануил Львович Ицкович в 1956 г. стал аспирантом одного из ведущих специалистов страны в области приборостроения и систем автоматического контроля Д.И. Агейкина и после защиты кандидатской диссертации в 1958 г. был принят на работу в его лабораторию. Эммануил Львович стал руководителем группы сотрудников, разрабатывающих системы автоматизации цементных заводов, из которой в 1969 г. была сформирована Лаборатория методов автоматизации производства, которой он руководит по сей день.

Всё это время он занимается научно-технической разработкой и внедрением средств и систем автоматизации на предприятиях технологических и энергетических отраслей, проводимыми ИПУ с отраслевыми организациями страны. Э.Л. Ицкович руководил многочисленными аспирантами; выступал на международных и отечественных конгрессах, конференциях, симпозиумах и семинарах; участвовал в совместных работах с многими зарубежными научно-исследовательскими институтами; преподавал в вузах; обучал персоналы КИП и ИТ-предприятий на курсах повышения квалификации; консультировал руководство холдингов и предприятий в области автоматизации их производства.

Областью его интересов является разработка методов, алгоритмов, систем автоматизации типовых технологических процессов и производств различных технологических отраслей и их реализация совместно с сотрудниками лаборатории и привлекаемыми фирмами на предприятиях энергетики, строительных материалов, химии, нефтехимии, нефтегазового комплекса, металлургии.

В последнее время, кроме методических и аналитических разработок, Э.Л. Ицкович значительное время уделяет консалтингу и экспертизе в области автоматизации производства. Заказчиками работ являются крупные холдинги: «Газпром», «Роснефть» и др. – и отдельные технологические и энергетические предприятия страны, отечественные и зарубежные разработчики средств и систем автоматизации производства, отделы автоматизации отраслевых проектных институтов и системные интеграторы.

## ВЛАДИМИР ЮРЬЕВИЧ КНЕЛЛЕР

Владимир Юрьевич Кнеллер родился в 1929 г. В 1951 г. окончил с отличием Харьковский политехнический институт и был направлен на работу в Москву в СКБ-245, откуда в 1954 г. перешёл в Институт проблем управления, сначала был аспирантом, а в 1957 г. (по окончании аспирантуры) стал старшим инженером. С 1977 г. по настоящее время В.Ю. Кнеллер руководит созданной им лабораторией. В 1959 г. он защитил кандидатскую диссертацию, в 1972 г. – докторскую. В 1981 г. Владимиру Юрьевичу присвоено звание профессора, а в 2001 г. – почётное звание «Заслуженный деятель науки Российской Федерации».



В.Ю. Кнеллер – известный учёный и специалист в области автоматических измерений, контроля и приборостроения, автор 3 монографий и около 140 научных работ и изобретений. Наиболее значительный вклад, сделан им в теорию и развитие техники построения измерителей и преобразователей параметров объектов переменного тока: его пионерские работы заложили основы теории, а изобретения позволили создать ряд перспективных промышленных приборов. Соответствующий цикл работ В.Ю. Кнеллера был удостоен в 1976 г. Государственной премии СССР.

В последние годы В.Ю. Кнеллер и возглавляемая им лаборатория успешно занимаются созданием общей теории систем преобразования измерительной информации и поиском новых путей совершенствования средств преобразования и измерения параметров переменного тока.

Владимир Юрьевич уделяет немалое внимание подготовке и воспитанию научных кадров, а также преподавательской работе: сначала в МФТИ, а с 1978 г. он – профессор МИРЭА.

Долгие годы он ведёт большую научно-организационную и общественную работу в различных научных и технических советах, обществах и редколлегиях. С 1976 по 2006 г. В.Ю. Кнеллер активно работает в руководящих органах Международной конфедерации по измерению (ИМЕКО): в Генеральном совете, Техническом комитете по электрическим измерениям, в редколлегии журнала *Measurement*. Эта работа не осталась незамеченной: ему вручена «Награда ИМЕКО за выдающуюся деятельность». Более десяти лет он был членом редколлегии журнала «Автоматика и телемеханика», более четверти века входил в редколлегию журнала «Приборы и системы управления». В настоящее время он – член редколлегий журналов «Датчики и системы» и «Проблемы управления». Кроме того, с 1974 г. В.Ю. Кнеллер – бессменный главный научный редактор журнала «Измерения, контроль, автоматизация».

Он – ветеран Великой Отечественной войны. В.Ю. Кнеллер интересуется не только наукой, но и историей искусств, любит путешествовать.

## ВАДИМ ФЁДОРОВИЧ КРОТОВ



Доктор технических наук, профессор Вадим Фёдорович Кротов – заведующий Лабораторией математических методов исследования оптимальных управляемых систем ИПУ РАН (с 1980 г.). Он – заслуженный деятель науки РФ, математик, механик, специалист в области математической теории управления,

Область узкой специализации В.Ф. Кротова: дифференциальные уравнения, вариационное исчисление и его современная прикладная версия – математическая теория оптимального управления с приложениями к динамике полёта, автоматическому управлению, прикладной физике, математической экономике и разработка соответствующих универсальных вычислительных

методов. В первой серии работ, принесшей Вадиму Фёдоровичу широкую известность, была разработана теория разрывных решений задач вариационного исчисления и в её рамках открыт новый класс решений – так называемые разрывные скользящие режимы. Фундаментальный характер для теории оптимального управления имеют сформулированные им теоремы о достаточных условиях оптимальности управляемых динамических систем. Они послужили основанием для синтеза новых аналитических и численных методов синтеза управления, полученных Вадимом Фёдоровичем и другими авторами. Эти результаты вошли в монографии и учебники математических и технических дисциплин, читаются в университетских курсах, широко использовались в НИИ и КБ при исследовании прикладных задач и проектировании конкретных изделий. Вокруг этой тематики сформировался международный коллектив учёных, среди которых более 20 кандидатов наук, выполнивших диссертации под руководством В.Ф. Кротова (ныне 7 из них – доктора наук). Помимо многочисленных статей, им опубликованы 4 монографии по этой тематике на русском и английском языках, некоторые – в соавторстве с учениками.

Научные интересы В.Ф. Кротова не ограничены областью узкой специализации. В их круг входят проблемы взаимосвязи оснований фундаментальных физических дисциплин и их минимального общего математического описания. В серии статей, посвящённых квантовой механике, исследуется спектр проблем от её статистических, динамических и геометрических оснований до математических методов синтеза управления квантовым состоянием вещества. Эти методы активно используются физиками, и соответствующие работы В.Ф. Кротова широко цитируются в ведущих профильных зарубежных журналах.

**КЕМЕР БОРИСОВИЧ НОРКИН**

Кемер Борисович Норкин родился в 1933 г. В настоящее время он – доктор технических наук, профессор. Работает в Институте с 1957 г., с 1973 г. – заведующий лабораторией № 36.

Является известным специалистом в области вычислительной техники и её применения для управления различными технологическими процессами, включая создание средств и методов оптимизации.

Им опубликовано множество печатных работ и несколько монографий, сделаны десятки изобретений.

К.Б. Норкин, объездив почти весь мир от Мексики до Китая, неоднократно выступал с докладами на российских и международных конференциях.

В лаборатории Кемер Борисович организовал цикл крупномасштабных работ по оптимизации условий жизнеобеспечения высших растений, возделываемых в контролируемой среде.

Резкое изменение жизни в стране пробудило в нём желание заняться серьёзной общественной деятельностью: в начале перестройки его избирают в Московский совет, затем он переходит на работу в Департамент мэра Москвы, где работает и в настоящее время в должности советника мэра. Кемер Борисович участвует в разработке структурной политики устойчивого развития такого огромного города, каким является столица России. Впрочем, несмотря на сильную загруженность работой в Правительстве Москвы, он еженедельно обсуждает с сотрудниками ход их повседневной научной деятельности, активно участвуя в работе своей лаборатории.



## БОРИС ВИКТОРОВИЧ ПАВЛОВ



Борис Викторович Павлов, крупный учёный в области управления движением и навигации летательных аппаратов, работает в Институте с 1963 г. после окончания Московского авиационного института. В 1969 г. защитил кандидатскую, а в 1979 г. – докторскую диссертации. Лауреат Государственной премии СССР 1981 г. за разработку и внедрение адаптивных систем управления на объектах МКБ «Радуга».

С 1983 по 2007 г. – заведующий лаб. № 1, с 1987 по 2008 г. – заместитель директора Института по научной работе. В настоящее время работает в должности главного научного сотрудника лаб. № 1.

Б.В. Павлов начал свои исследования в Институте под руководством Б.Н. Петрова и В.Ю. Рутковского в области теории и принципов построения беспоисковых самонастраивающихся систем (БСНС). Совместно с другими сотрудниками им был предложен метод синтеза основного контура на основе теории инвариантности. С его участием разработаны теория БСНС для различных классов летательных аппаратов и структуры и линеаризованные модели многих БСНС.

Б.В. Павлов стал руководителем и участником исследований, начатых при Б.Н. Петрове и продолженных сотрудниками лаб. № 1. Под руководством и при участии Б.В. Павлова в ряде лабораторий Института проводились исследования в области создания теории перспективных отказоустойчивых информационно-управляющих систем авиационных, космических и морских аппаратов с повышенным ресурсом и высокой степенью автономности. Под его руководством решён ряд теоретических, методологических и практических вопросов, связанных с применением компьютерных технологий и методов искусственного интеллекта для создания высокоэффективных систем управления движением и навигации, методов и средств формализации проектирования систем обработки данных реального времени.

Большие организаторские способности Б.В. Павлов проявил в роли координатора комплексных проектов, выполняемых по Программе фундаментальных исследований РАН, руководителя грантов РФФИ и большого числа работ для различных министерств и ведомств.

Под руководством Б.В. Павлова защищено 2 докторские и 7 кандидатских диссертаций, он – автор более 100 научных работ, в том числе 10 монографий.

Б.В. Павлов – организатор ряда конференций и совещаний: по теории управления памяти академика Б.Н. Петрова; управлению морскими судами и подводными аппаратами; современным методам навигации и управления движением и т.д. Он – член редколлегии ряда журналов, член Президиума Академии навигации и управления движением, председатель докторского диссертационного совета.

В 2007 г. Б.В. Павлов в составе коллектива авторов был награждён премией Президиума Российской академии наук им. Б.Н. Петрова за цикл работ «Модели и методы проектирования информационно-управляющих систем космических аппаратов».

## ЭДУАРД АНАТОЛЬЕВИЧ ТРАХТЕНГЕРЦ

Эдуард Анатольевич Трахтенгерц родился 24 июня 1924 г. В 1941 г. ушёл добровольцем на фронт. Прошёл боевой путь от Сталинграда почти до Берлина. Был командиром батареи «Катюш», награждён боевыми орденами и медалями. После окончания войны продолжал службу в рядах Советской армии на командных и штабных должностях. Демобилизовался с должности начальника штаба артиллерийского полка.

В 1960 г. заочно окончил физико-математический факультет Сталинградского педагогического института. В Институте проблем управления РАН работает с 1963 г. Около 25 лет заведовал Лабораторией системного программирования. В настоящее время – главный научный сотрудник, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ. Опубликовал более 200 научных работ, в том числе 16 монографий.

Э.А. Трахтенгерцем были разработаны и реализованы оригинальные методы построения программного обеспечения автоматизированных систем управления и систем массового обслуживания, изложенные им в 3 монографиях (1967, 1972, 1974).

Дальнейшие исследования Эдуарда Анатольевича связаны с развитием архитектуры и методов программирования высокопроизводительных вычислительных систем. Результаты этих исследований опубликованы в 3 монографиях (1978, 1981, 1987). Предложенные методы нашли применение при разработке архитектуры и создании программного обеспечения для многопроцессорных высокопроизводительных вычислительных систем.

Под руководством Э.А. Трахтенгерца в лаборатории велись работы по многим большим проектам, связанным с созданием программного обеспечения для современных, в том числе многопроцессорных, вычислительных систем. В дальнейшем предметом его научного интереса стали теория систем поддержки принятия решений и методология их создания. Результатом этих исследований стали монографии: «Компьютерная поддержка принятия решений» (1998), «Субъективность в компьютерной поддержке управленческих решений» (2001), «Компьютерная поддержка переговоров при согласовании управленческих решений» (2003), «Компьютерная поддержка управления ликвидацией последствий радиационного воздействия» (2004), «Компьютерная поддержка формирования целей и стратегий» (2005), а также двухтомное учебное пособие по компьютерной поддержке принятия решений в нефтегазовом производстве (2007–2008).

Являясь членом одного из диссертационных советов Института, членом редакционного совета, профессор Э.А. Трахтенгерц уделяет большое внимание научно-организационной работе и подготовке научных кадров. Под его руководством защищено более 35 диссертаций.



## ЦВИРКУН АНАТОЛИЙ ДАНИЛОВИЧ



Анатолий Данилович Цвиркун родился в 1939 г. в Москве. В 1962 г. окончил Ташкентский электротехнический институт связи (ТЭИС). В 1964 г. поступил в аспирантуру Института автоматики и телемеханики АН СССР, в 1968 г. защитил диссертацию на соискание учёной степени кандидата технических наук, с 1978 г. – доктор технических наук, в 1987 г. ему присвоено звание профессора.

Анатолий Данилович был одним из тех учёных, которые первыми в СССР взялись за разработку теоретических и прикладных основ создания автоматизированных систем управления (АСУ). Этой проблеме посвящены несколько опубликованных им учебников и учебных пособий.

А.Д. Цвиркун руководил работой группы научных сотрудников Института, которые занимались созданием автоматизированной системы планирования и управления металлоснабжением страны (АСУ «Металл»).

В 1980 г. Анатолием Даниловичем была создана лаборатория «Управление развитием крупномасштабных систем», которой он руководит и сегодня.

Крупномасштабные системы – это класс сложных (больших) систем, характеризующихся комплексным (межотраслевым, межрегиональным) взаимодействием элементов, распределённых на значительной территории и требующих для своего развития существенных затрат ресурсов и времени.

Типичные примеры крупномасштабных систем: топливно-энергетический комплекс и отдельные его отрасли, транспортные, аграрно-промышленные, территориально-промышленные, региональные и отраслевые системы, холдинги, концерны, финансово-промышленные группы, транснациональные корпорации, распределённые системы передачи и обработки информации и другие комплексы.

Основное направление научной деятельности лаборатории – исследование проблем синтеза и управления развитием крупномасштабных систем, базирующееся на широком применении методов математического моделирования и программных средств вычислительной техники.

Фактически в лаборатории создано и развивается крупное научное направление, заложены методологические основы теории анализа и синтеза структуры крупномасштабных систем. Выполнен ряд исследований по проектированию и построению сложных систем, имеющих более приоритетный характер. В том числе разработаны: агрегативно-декомпозиционный подход к проектированию структур сложных (крупномасштабных) систем; методология построения комплексов взаимосвязанных моделей оптимизации планирования развития и функционирования крупномасштабных социально-экономических и технических систем; итеративные процедуры планирования развития крупномасштабных систем на уровне их макроэкономического описания для исследования магистральных свойств таких систем.

Разработан и успешно внедряется в различных отраслях промышленности, бизнес-структурах, малом и среднем бизнесе программный комплекс «ТЭО-ИНВЕСТ» – профессиональная система для финансового анализа и разработки

бизнес-планов инвестиционных проектов. «ТЭО-ИНВЕСТ» предназначен для анализа и обоснования инвестиционных проектов, включая оценку эффективности реорганизации и модернизации производства, строительства новых промышленных предприятий и внедрения технологий.

Разработанные научные основы синтеза и управления развитием структур сложных систем опубликованы в написанных А.Д. Цвиркуном монографиях: «Основы синтеза структуры сложных систем» (изд-во «Наука»), «Моделирование развития крупномасштабных систем» («Экономика»), «Имитационное моделирование в задачах синтеза структуры сложных систем» («Наука»), «Структура многоуровневых и крупномасштабных систем. Синтез и планирование развития» («Наука»), «Анализ инвестиций. Методы и инструментальные средства» («Ось-89»), «Управление развитием крупномасштабных систем» («Физматгиздат»).

А.Д. Цвиркун – автор более 300 публикаций в различных российских и зарубежных изданиях по вопросам управления развитием крупномасштабных систем, в том числе 15 монографий. Десятки кандидатов и докторов наук, защитивших диссертации под научным руководством профессора А.Д. Цвиркуна, их ученики, ученики учеников и т.д. образуют «крупномасштабную лабораторию», география которой включает, помимо многих российских городов, страны ближнего и дальнего зарубежья.

За 40 лет в теории управления развитием крупномасштабных систем под руководством А.Д. Цвиркуна разработано, исследовано и внедрено множество эффективных моделей и инструментальных средств управления.

Лаборатория более 30 лет является организатором международных научно-практических конференций «Управление развитием крупномасштабных систем».

Научные исследования лаборатории реализованы в крупномасштабных системах, имеющих важное народно-хозяйственное значение, что позволило улучшить технико-экономические и тактико-технические характеристики их создания и функционирования.

Долгие годы Анатолий Данилович работал заведующим кафедрой и профессором в ВИИТе, МФТИ и Финансовой академии.

## ВЛАДИМИР АНДРЕЕВИЧ ВИКТОРОВ



Академик Российской академии медицинских наук (РАМН), лауреат Государственной премии СССР, доктор технических наук, профессор, генеральный директор ЗАО «ВНИИМП-ВИТА» РАМН, главный редактор журнала «Медицинская техника» – таков неполный список должностей и научных «титолов» Владимира Андреевича Викторова.

В 1957 г., окончив с отличием Московский авиационный институт, В.А. Викторов начал работу в должности инженера Института автоматики и телемеханики АН СССР. Трудолюбие и незаурядные способности позволили ему быстро вписаться в сильный научный коллектив лаборатории, которую создал академик Б.Н. Петров, стать учеником и одним из ближайших соратников Бориса Николаевича. С 1967 г.

Владимир Андреевич возглавил лабораторию по высокочастотным методам измерения. В 1969 г. ему присуждена учёная степень доктора технических наук, а в 1972 г. присваивается учёное звание профессора. В.А. Викторов создал новое направление в научном приборостроении – высокочастотный резонансный метод измерения неэлектрических величин, на основе которого были успешно решены проблемы измерения в условиях невесомости. Впоследствии эти работы не только пригодились для космических аппаратов, но и получили более широкое распространение в промышленности для контроля и учёта топливно-энергетических ресурсов, в пищевых производствах и в строительстве. В 1977 г. за комплекс выполненных научных исследований и их внедрение В.А. Викторов был удостоен Государственной премии СССР.

В 1977 г., став директором Всесоюзного НИИ медицинского приборостроения РАМН (сегодня – ЗАО «ВНИИПМ-ВИТА»), В.А. Викторов возглавил работу по развитию научных основ медико-технических технологий и медицинского приборостроения и на их базе – разработку, создание и внедрение в медицинскую науку и практику новых систем, комплексов, приборов и аппаратов.

Академик РАМН В.А. Викторов – крупный учёный с мировым именем в области приборостроения, медицинской техники, основоположник системно-комплексного подхода в медицинском приборостроении.

В.А. Викторов является автором более 220 научных работ, в том числе 6 монографий, имеет 41 авторское свидетельство на изобретения.

## НИКОЛАЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ КУЗНЕЦОВ

Академик, советник РАН Николай Александрович Кузнецов проработал в Институте проблем управления почти 25 лет, придя на работу в ИАТ по окончании аспирантуры Московского физико-технического института в 1964 г.

Впрочем, как и все студенты Физтеха, Николай Кузнецов появился в Институте автоматики и телемеханики гораздо раньше, на 3-м курсе МФТИ. Сначала он учился у Елены Карловны Круг, потом – у Александра Ароновича Фельдбаума и, наконец, попал к Якову Залмановичу Цыпкину в группу Александра Михайловича Петровского, где и понял, что задачи оптимального управления стохастическими системами – именно то, что ему по-настоящему интересно.



В Физтехе Николай Кузнецов был невероятно знаменит: он был участником популярнейшего в среде московского студенчества квинтета Московского физико-технического института, куда входил и выпускник МФТИ, а ныне народный артист России Александр Филиппенко. Этот ансамбль пел потрясающие песни, а «Гренаду» (на слова Михаила Светлова) сегодня назвали бы «хитом». Но стран тогда была другая, потому и слава была не вселенская, а всего лишь всестуденческая. Впрочем, Николай Александрович Кузнецов петь умеет и сегодня, и на гитаре или банджо играть тоже не разучился.

Но вернёмся к науке. Придя в группу А.М. Петровского (самостоятельной лабораторией она стала только через несколько лет – после докторской защиты руководителя), Н.А. Кузнецов в 1966 г. защищает кандидатскую диссертацию. Вскоре он корректирует направление исследований и начинает заниматься задачами оптимальной фильтрации и их приложениями к различным специальным объектам. Затем его главной научной темой становятся системы управления с переменным критерием качества. Семь лет работы приносят результат: в 1973 г. защищена докторская диссертация. А на рубеже 70–80-х гг. Николай Александрович отделяется вместе с группой своих сотрудников и учеников (среди которых сегодня около 20 кандидатов и докторов наук) от лаборатории А.М. Петровского в собственную лабораторию и развивает избранное им направление исследований.

В это же время его назначают заместителем директора Института проблем управления по науке. В 1981 г. ему присваивают звание профессора по специальности «техническая кибернетика и теория информации». В 1985 г. за работы по созданию системы автоматизации транспортных судов Морфлота СССР Н.А. Кузнецову присуждают Государственную премию СССР. В 1999 г. он награждён орденом Почёта Российской Федерации.

В 1987 г. Николая Александровича избирают членом-корреспондентом АН СССР. С 1988 по 1990 г. Н.А. Кузнецов – генеральный директор НИО АСУ

«Москва», а с 1990 по 2006 г. – директор Института проблем передачи информации АН СССР (с 1991 г. – РАН), в 1994 г. он избран действительным членом Российской академии наук по специальности «управление информационными процессами». В настоящее время Н.А. Кузнецов работает в Институте радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН.

Нынешняя область его научных интересов – вопросы оптимального управления, включая управление в информационных и телекоммуникационных сетях, теория «рассинхронизованных» систем, прикладная математика, информационные технологии, теория информации.

Н.А. Кузнецов заведует кафедрами в МФТИ и МТУСИ, им опубликовано около 250 работ, включая 6 монографий и учебных пособий.

Он – главный редактор электронного журнала «Информационные процессы», заместитель главного редактора журнала «Проблемы передачи информации», до 2009 г. – главный редактор журнала «Автоматика и телемеханика». Н.А. Кузнецов – председатель совета Центрального Дома учёных РАН, председатель Комитета по научной терминологии в области фундаментальных наук, член международных организаций IMACS, IEEE.

## ЮРИЙ СОЛОМОНОВИЧ ПОПКОВ

Окончив в 1960 г. МЭИ, Юрий Соломонович Попков пришёл на работу в Институт проблем управления (тогда – ИАТ) и стал сотрудником лаборатории Я.З. Цыпкина. Именно Яков Залманович был учителем Ю.С. Попкова и определил первую тему своего ученика: задачи экстремального регулирования. Найденные тогда решения стали основой кандидатской диссертации Ю.С. Попкова, которую он защитил в 1964 г.

Дальнейшие исследования Юрия Соломоновича были связаны с вопросами идентификации и управления нелинейными системами, и уже через 6 лет он защитил докторскую диссертацию.

Под влиянием Я.З. Цыпкина в 1972 г. в научной деятельности Ю.С. Попкова происходит поворот: сфера его научных интересов перемещается в направлении исследования проблем управления макросистемами. Начинается работа над новой проблематикой, поиск решений новых задач, создаются новые методы идентификации и управления.

В 1976 г. Юрий Соломонович переходит в Институт системных исследований АН СССР (ныне – Институт системного анализа РАН – ИСА РАН) и возглавляет созданную им Лабораторию динамики макросистем. В 1985 г. Ю.С. Попков становится руководителем организованного в Институте системных исследований Отдела моделирования и управления макросистемами, а с 1990 по 2002 г. – заместителем директора по науке. В 2000 г. Юрия Соломоновича Попкова избирают членом-корреспондентом РАН, а в 2002 г. назначают директором ИСА РАН.

Всё это время он активно занимается научной работой. В сферу его интересов входят:

- развитие макросистемного подхода к математическому описанию динамических систем детерминированной и стохастической природы;
- создание макросистемных моделей равновесных и неравновесных состояний;
- разработка точных методов исследования характеристик макросистем (положения равновесия, устойчивость, точки бифуркации, параметрическая чувствительность);
- разработка приближённых методов исследования, реализуемых в компьютерной среде в рамках современных информационных технологий;
- приложения созданных моделей и методов к решению задач городского и регионального планирования;
- анализ функционирования больших транспортных систем;
- проблемы восстановления сложных изображений;
- исследование демоэкономических систем.

Одновременно с научной и научно-организационной работой Ю.С. Попков с 1963 г. активно занимается подготовкой новых кадров. В 1974 г. он становится про-



фессором МИРЭА, с 1992 г. является профессором, а с 1995 г. – заведующим кафедрой системных исследований Московского физико-технического института.

С 1996 г. Ю.С. Попков – профессор кафедры экономики и управления городским строительством Российской экономической академии им. Г.В. Плеханова, с 2012 г. – профессор МГУ им. М.В. Ломоносова. В 2013 г. он организовал кафедру математических методов системного анализа в НИУ «Высшая школа экономики».

Среди его учеников – 36 кандидатов и 18 докторов наук.

**ВЛАДИМИР ЛЬВОВИЧ АРЛАЗАРОВ**

Член-корреспондент РАН, доктор технических наук Владимир Львович Арлазаров окончил механико-математический факультет МГУ в 1961 г.

С 1961 по 1968 г. работал в Институте теоретической и экспериментальной физики под руководством А.С. Кронрода. С 1968 по 1977 г. – в Институте проблем управления АН СССР заведующим лабораторией.

Занимался проблемами теории и организации перебора в игровых задачах и задачах дискретной математики. На эту тему в 1968 г. защитил кандидатскую диссертацию.

Один из основных разработчиков шахматной программы «Каисса» (вместе с Г.М. Адельсоном-Вельским и М.В. Донским), выигравшей в 1974 г. первый чемпионат мира среди компьютерных шахматных программ.

Много лет работал в области базового программного обеспечения ЭВМ. В 60-х гг. его темой стали библиотеки программ, затем операционные системы и трансляторы, позже системы управления базами данных. В частности, под его руководством были разработаны операционная система для АСУ завода «Запорожсталь», система трансляторов для аналого-цифровой вычислительной системы ГВС-100, СУБД «ИНЕС», получившая Премию Совета министров СССР. Последняя работа легла в основу докторской диссертации, защищённой в 1987 г.

В 90-е гг. В.Л. Арлазаров осуществил ряд проектов, связанных с распознаванием текстов, в том числе создание первой в России промышленной системы *Cuneiform*.

В 2003 г. избран членом-корреспондентом РАН, в 2007 г. – академиком Европейской академии наук (EAS).



## ДАВИД ЭЛЬЕВИЧ ГУКОВСКИЙ



Кандидат технических наук, бывший старший научный сотрудник лаб. № 35, затем заведующий созданной им лаб. № 4.

Давид Эльевич отличается поразительной интуицией, быстро вникает в суть проблемы, хорошо владеет математическим аппаратом и отлично разбирается в физике. Всё это, вместе с чисто инженерным подходом к решению задач, даёт ему возможность очень быстро и самым коротким путём приходиться к цели. Круг его интересов широк: Гукровский публиковался в таких разных изданиях как «Автоматика и телемеханика», «Генетика», «Кардиология», «Медицинская радиология», «Фармация», «Цемент», *Circulation*, *European Journal of Biochemistry* и др.

Д.Э. Гукровский известен в Институте своей неуёмностью, креативностью и принципиальностью.

За счёт последнего качества обзавёлся кучей как друзей, так и врагов. Не прощает предательства и подлости. В коллективе – как рыба в воде. Талантливый и заботливый руководитель. Ответственно и принципиально относился не только к основной работе, но и к научно-общественной. В разное время был членом многих учёных и научных советов по вычислительной технике и приборостроению различных организаций, включая Государственный комитет по вычислительной технике, Академию медицинских наук, Министерство здравоохранения, 4-е Главное управление Минздрава СССР и РСФСР и др. Был организатором и руководителем Всесоюзного семинара «Компьютеры в кардиологии», на протяжении ряда лет на общественных началах руководил отделом вычислительной техники и математических методов во Всесоюзном кардиологическом научном центре АМН СССР. При этом во времена СССР партбюро Института отказало Гуковскому в рекомендации для поездки в служебную командировку в Чехословакию по причине отсутствия общественной работы!

Его лабораторией были разработаны и внедрены успешно работавшие подсистемы АСУ Института (предтечи нынешней), оригинальная версия ОС для советского клона *Hewlett-Packard* (ЭВМ СМ-1, СМ-2), которая получила широкое распространение по всему Союзу, и первая в СССР Медицинская информационная система (для 4-го Главного управления Минздрава СССР – «Кремлёвка»).

Он большой везунчик. Для проходившей в Москве международной выставки «Автоматизация-83» была разработана новая система – электронный гид. И вот за день до открытия выставки, по ошибке, был стёрт диск, на котором эта система находилась. Чтобы её восстановить, требовалось 1–2 дня. Провал был неминуем, но улыбнулось счастье: по соседству шёл ремонт водопровода, и прораб Архангельский, никого не предупредив, отключил водоснабжение выставки в день её открытия. Так как система делалась на ЭВМ, работающей только при включённом конди-

ционере, она «полетела», и за дарованную Фортуной ночь удалось всё на диске восстановить – начальство ничего не узнало. В благодарность за эту разработку ЭВМ вместе с кондиционером была передана в ИПУ, и на ней были разработаны и длительное время эксплуатировались первые подсистемы АСУ Института.

Гуковский уехал с семьей в Израиль, в г. Хайфу, в 1990 г., когда все прежние ограничения на отъезды трещали по швам, и вскоре стал сотрудником знаменитого «Техниона» – Технического университета Израиля. Сейчас, после обязательного в Израиле выхода на пенсию, организовал с коллегами частный бизнес, базирующийся на их оригинальных идеях по применению аморфных материалов. Давиду по-прежнему «до всего есть дело». Его дом в пригороде Хайфы часто принимает гостей – как бывших, так и действующих сотрудников ИПУ, устраивающих по вечерам импровизированные семинары.

## ЮРИЙ НИКОЛАЕВИЧ ИВАНОВ



Первые годы после окончания МФТИ (1958) Юрий Николаевич Иванов работал в Центральном аэрогидродинамическом институте (ЦАГИ) под руководством Г.Л. Гродзовского. Первые работы были посвящены аэродинамике: точные решения уравнений газодинамики, оптимальные сопла и др. В 60-е гг. круг его интересов изменился, и новым направлением стала механика космического полёта. Эта тематика была продолжена в Институте прикладной математики АН СССР, где разрабатывался алгоритм управления спуском космического аппарата со второй космической скоростью. В 1967 г. защитил диссертацию на соискание учёной степени доктора физико-математических наук.

В 1968 г. Ю.Н. Иванов предложил группе своих коллег по ЦАГИ в составе А.Н. Дюкалова, В.В. Токарева и Ю.М. Фаткина сменить направление исследований на разработку математической теории управления в экономике. Эту инициативу поддержал член-корреспондент АН СССР С.В. Емельянов, который, будучи заместителем директора Института автоматики и телемеханики, развёртывал там новое направление по теории развивающихся систем. По предложенной Ю.Н. Ивановым экономической тематике директором ИАТа академиком В.А. Трапезниковым в 1968–1969 гг. были образованы четыре лаборатории – Ю.Н. Иванова, А.Н. Дюкалова, В.В. Токарева, Ю.М. Фаткина, успешно работавшие до 1981 г.

Наиболее значимые работы Ю.Н. Иванова тех лет: о построении оптимального экономического плана, принципы моделирования систем экономического управления, математическое описание элементов экономики, численные методы решения экономических задач. Несколько в стороне был цикл работ по теории информационных объектов и, как приложение, экономическая информационная система ИНЭС.

В 1981 г. коллектив, возглавляемый Юрием Николаевичем, перешёл во Всесоюзный научно-исследовательский институт системных исследований, где сразу включился в работы по Комплексной программе научно-технического прогресса и формализованным методам оценивания новых технологий. Ещё одно направление – исследование функций спроса и работа с плодоовощным комплексом Москвы.

В последнее время область научных интересов Ю.Н. Иванова – математические модели операций на финансовых рынках, а также математическая теория оптимального предприятия (с выбором инвестиционной, дивидендной и кредитной политики предприятия).

С 1963 г. он работал в Московском физико-техническом институте: ассистентом, доцентом, профессором. С 1981 г. – заведующий кафедрой инновационной экономики.

## РОБЕРТ ШЕВИЛЕВИЧ ЛИПЦЕР

Роберт Шевилевич Липцер родился в г. Кировограде 20 марта 1936 г. Юность свою провёл в Одессе, с которой «совпал» настолько, что, когда в начале 60-х гг., через три года после окончания МАИ, он появился в Институте автоматики и телемеханики в лаборатории А.А. Фельдбаума, в нём сразу признал своего «закоренелый» одессит Евгений Петрович Маслов.



Одессу не забывал, шутить не разучился, но энергично учился новому и в 1965 г. окончил инженерный поток мехмата МГУ. Роберта Шевилевича с самого начала интересовали стохастика и связанные с нею задачи управления. Поэтому ещё во время учёбы в МГУ он – на почве общего интереса – на всю жизнь подружился со своим бывшим преподавателем и научным руководителем Альбертом Николаевичем Ширяевым, вместе с которым написал 10 книг.

В 1968 г. Р.Ш. Липцер оказался в только что созданной лаборатории А.М. Петровского, куда из расформированной (в связи с кончиной заведующего) лаборатории А.А. Фельдбаума перешла группа сотрудников во главе с Е.П. Масловым. В том же году защитил кандидатскую диссертацию по физико-математическим наукам, а в 1978 г. – докторскую, но уже по техническим (так решил В.А. Трапезников: в Институте ещё не было совета, имеющего право присуждать степени по физико-математическим наукам).

Помимо феноменального умения все явления жизни представлять в форме стохастических дифференциальных уравнений, Роберт Шевилевич отличается не менее редким даром уметь об этом рассказывать. Поэтому у него множество учеников: докторов, кандидатов и просто хороших математиков. Преподавать в Физ-техе начал с 1965 г., позднее стал профессором МФТИ.

В 1990 г. Р.Ш. Липцер переходит из Института проблем управления в Институт проблем передачи информации, где становится заведующим лабораторией стохастических динамических систем. С началом перестройки он принимает многочисленные предложения из разных стран с просьбой прочитать лекции по теории стохастических систем. С 1988 по 1993 г. успевает побывать со своими лекциями в США и Италии (в обеих странах дважды), Швеции и Израиле. В 1993 г. получает предложение занять место полного профессора Тель-Авивского университета. С тех пор вот уже 21-й год живёт в Израиле, хотя и посетил как приглашённый профессор университеты Австралии, Германии, Италии, России, США и других стран. Каждый год Р.Ш. Липцер приезжает в Москву и читает лекции в Школе анализа данных при компании *Yandex*, где кроме него также преподают Б.Т. Поляк, А.Я. Червоненкис, А.Н. Ширяев и др.

Нынешняя область научных интересов: теория линейной и нелинейной фильтрации, динамика стохастических систем, мартингалы – как аппарат приближённо-

го описания вероятностных процессов, диффузионные аппроксимации систем массового обслуживания, теория больших уклонений для полумартингалов.

За свою жизнь написал и опубликовал 10 монографий и более 100 статей в ведущих научных журналах мира.

Роберт Шевилевич – человек, по-прежнему весёлый и дружелюбный. Отдыхать любит на байдарке, велосипеде и горных лыжах. Галстуков не носит. Поэтому сфотографировать его в «парадном» виде – для книги – не удалось.

## СЕМЁН МИХАЙЛОВИЧ МЕЕРКОВ

Семён Михайлович Меерков окончил Харьковский политехнический институт (ХПИ) в 1962 г. и следующие два года работал в Харьковском филиале ЦНИИКА. В это время у него проявились интерес к теории автоматического управления и желание самому заняться исследованиями в этой области. Это желание сбылось: в 1964 г. он блестяще сдал вступительные экзамены в аспирантуру ИАТа, прошёл многочасовое собеседование (что было сложнее экзамена) и стал аспирантом Льва Ильича Розоноэра в лаб. № 25 Марка Ароновича Айзермана. Попасть в аспирантуру к Л.И. Розоноэру было чрезвычайно трудно: за всю историю Льва Ильича в Институте у него было не более десятка аспирантов, и С.М. Меерков – один из лучших.



Семён Михайлович проработал в лаб. № 25 до 1977 г. Это были годы интенсивного развития основных направлений теории автоматического управления, становления Института как одного из крупнейших в мире научных центров в этой области. Научная жизнь в Институте, по выражению М.А. Айзермана, «кипела и била ключом»: лабораторные, межлабораторные, институтские семинары, споры до хрипоты в коридорах, многочисленные конференции и симпозиумы – всё это стимулировало научную работу как в лаб. № 25, так и в Институте в целом. В эти годы у С.М. Мееркова установились тесные дружеские и научные отношения с Э.М. Браверманом, Е.С. Пятницким, А.А. Дорофеюком и другими сотрудниками лаб. № 25. Большое влияние на него – и в науке, и в жизни – оказали также М.А. Красносельский, А.Г. Бутковский, М.Л. Дашевский, А.Г. Спиро и многие другие сотрудники Института. Его научное мировоззрение формировали все корифеи Института, прежде всего, Яков Залманович Цыпкин и Александр Аронович Фельдбаум (с которым он лично был незнаком). Многим он обязан и Михаилу Лазаревичу Линскому (в то время – зам. директора Института), щедро помогавшему молодым учёным Института. Великие были люди!

Вспоминая это время, Семён Михайлович говорил: «Лаборатория М.А. Айзермана жила как одна большая семья: иногда ссорились, иногда целовались. Айзерман и Розоноэр щедро раздавали научные и жизненные идеи. Тема диссертации была подсказана Розоноэром, статьи редактировались Айзерманом. На его же деньги, данные взаймы, был куплен кооператив... Когда что-то не получалось, просил товарищей о помощи – так появились статьи с Э.М. Браверманом и Е.С. Пятницким». Такой атмосферы, говорит Семён Михайлович, он не видел никогда и нигде в мире. Эти годы стали для него незабываемыми.

После ИАТа научная карьера С.М. Мееркова продолжалась в Иллинойском технологическом институте (Чикаго), где он работал в должности профессора с 1979 по 1984 г., и в Мичиганском университете (Анн-Арбор), где он работает с 1984 г. до сего дня в должности полного профессора. В разные годы он был при-

глашённным профессором в Стенфордском университете, Университете Калифорнии в Лос-Анджелесе, Технионе (Израиль) и Цинг-хуа (Китай). С лекциями он посетил университеты многих стран мира.

В ИАТе С.М. Меерков занимался самонастраивающимися системами, где по совету Л.И. Розоноэра использовал метод усреднения Н.Н. Боголюбова и В.М. Волосова для анализа экстремальных систем А.А. Красовского и Л.Н. Фицнера. Здесь же к нему пришла идея вибрационного управления, которой он занимался много лет уже в США. В 1977–1978 гг., в ожидании выездной визы, он написал большую статью о математической теории рационального поведения, которой гордится и по сей день.

В США, продолжая заниматься вибрационным управлением (и даже напечатать несколько статей на эту тему с Ричардом Беллманом), С.М. Меерков начал изучать процессы управления в системах связи и, позже, в Интернете. Его статьи на эту тему, вышедшие с начала 80-х гг., широко цитируются в литературе до сих пор.

Одновременно, с середины 80-х гг., С.М. Меерков активно работает в области теории управления производственными системами (*Production Systems*), в основном конвейерного типа. К настоящему времени он считается одним из лидеров в этой области системных исследований. Его часто приглашают с лекциями во многие университеты мира. Вместе со своими аспирантами и студентами он активно внедряет разработанные методы в практику. Из наиболее известных внедрений – совершенствование системы управления конвейерными линиями на автомобильно-строительных заводах Детройта.

В последние годы С.М. Меерков занимается также расширением возможностей линейной теории регулирования с точки зрения систем с нелинейными исполнительными и измерительными устройствами. В этой области, используя метод стохастической линеаризации И.Е. Казакова, он и его коллеги распространили практически все методы линейной теории на системы с нелинейными инструментами.

С.М. Меерков опубликовал более 200 статей и 3 монографии. Под его руководством защитились 26 аспирантов. Более десяти лет он был главным редактором журнала *Mathematical Problems in Engineering*, в настоящее время является редактором раздела в *IEEE Transactions*, состоит в редколлегиях других научных журналов. Он был избран *Fellow of IEEE* и получил несколько наград за лучшие работы (*Best Paper Awards*).

Но где бы он ни находился, чем бы ни занимался, ИПУ РАН всегда остаётся его научным домом.

**ИГОРЬ ВЛАДИМИРОВИЧ НИКИФОРОВ**

Профессор, известный специалист в области обработки данных с целью анализа свойств наблюдаемых случайных процессов.

По окончании МФТИ И.В. Никифоров сразу пришёл на работу в ИПУ РАН (лаб. № 35). Поначалу вёл параллельно две темы, занимаясь оптимизацией смещения сырьевых компонентов в контуре обратной связи и задачей обнаружения момента изменения свойств случайного процесса.

Вскоре Игорь Владимирович пришёл к выводу, что статистические задачи последовательного принятия решения ему интереснее. Исследовал зависимые случайные последовательности, занимаясь обобщением существовавших ранее методов на случай неизвестных параметров стохастического процесса.

Впоследствии предложенные И.В. Никифоровым методы были применены к динамическим системам с частично или полностью неизвестными входными сигналами. Приложениями стали задачи геофизики, контроля качества непрерывной продукции и состояния измерительных систем. В Институте коллегам запомнилась его оригинальная работа по применению аппарата анализа временных рядов для прогнозирования цунами по сейсмическим сигналам, которую он вёл вместе с сотрудниками институтов Дальневосточного отделения Академии наук.

В начале 90-х гг. И.В. Никифоров был приглашён в Институт информатики и стохастических систем ИНРИА/ИРИСА (INRIA/IRISA) во Франции. Потом переехал в Университет Лилль-1, а с 1995 г. – профессор Технологического университета Труа. Здесь он занимается обобщением задачи об обнаружении изменения свойств на случай многих гипотез. В процессе исследований И.В. Никифорову удалось построить нижние границы для критериев оптимальности тестов в различных классах. Ещё одной областью интереса стала разработка методов диагностики стохастических систем при наличии информационной избыточности. В частности, им были получены оптимальные (по статистическим критериям) правила обнаружения при наличии мешающих параметров.

Затем И.В. Никифоров начинает заниматься изучением систем с критическими требованиями к безопасности и предлагает для них методы обнаружения и диагностики разладки в случае ограничений на максимальное время принятия решения. Полученные им теоретические результаты применяются для решения различных задач обработки сигналов и изображений.

В последние годы его внимание сосредоточено на изучении влияния, которое оказывает на процесс принятия статистических решений введение в вероятностные модели ограничений типа неравенств.



С 2000 по 2007 г. И.В. Никифоров был заведующим Лабораторией систем безопасного функционирования (LM2S) Института им. Шарля Делонэ (ICD, FRE CNRS 2848), а с 2004 по 2005 г. – ещё и директором Института науки и технологии обработки информации (ISTIT, FRE CNRS 2732).

Друзья из ИПУ РАН отмечают особую манеру работы Игоря Никифорова – почти кабинетную, с привлечением в тему одного, максимум двух сотрудников.

Незловбив и незлопамятен. Если кто-то подводил в совместной работе, просто сторонился дальнейших контактов.

Почти каждый год Игорь Никифоров приезжает в Институт для участия в международных конференциях. Деловые контакты с коллегами из лаб. № 35 и институтов Дальневосточного отделения Академии наук продолжаются.

## АЛЕКСАНДР СЕМЁНОВИЧ ПОЗНЯК

Доктор технических наук, профессор Александр Семёнович Позняк пришёл в Институт проблем управления по окончании аспирантуры Московского физико-технического института в 1973 г. Проработал в Институте 20 лет и в разгар перестройки, в 1993 г., был приглашён в один из ведущих центров мировой науки и высшего образования – мексиканский институт CINVESTAV, где продолжает работать и сегодня в должности полного профессора.

А.С. Позняк – один из учеников Я.З. Цыпкина и всю свою научную жизнь занимается решением задач управления в условиях неопределённости. Этой проблематике были посвящены его кандидатская (1978) и докторская (1989) диссертации.



Им опубликованы 9 книг и более 100 статей в ведущих отечественных и зарубежных изданиях. Среди написанных книг следует отметить: «Адаптивный выбор вариантов» (М.: Наука, 1986; в соавторстве с А.В. Назиным), «Learning Automata: Theory and Applications» (Elsevier-Pergamon, 1994; в соавторстве с К. Наджимом), «Learning Automata and Stochastic Optimization» (Springer-Verlag, 1997; в соавторстве с К. Наджимом), «Self-learning Control of Finite Markov Chains» (Marcel Dekker, 2000; в соавторстве с К. Наджимом и Е. Гомесом) и «Differential Neural Networks: Identification, State Estimation and Trajectory Tracking» (World Scientific, 2001; в соавторстве с Е.А. Санчесом и Вэн Ю).

В настоящее время основные научные интересы А.С. Позняка сосредоточены в области задач робастного управления ( $H_\infty$ ), теории нейронных сетей, задач оптимального управления в условиях неопределённости. В теории оптимальных систем ему вместе с В.Г. Болтянским принадлежит авторство робастной версии принципа максимума.

А.С. Позняк входит в состав Мексиканской академии наук и Национального общества исследователей. Он – член редколлегии международного журнала *Computations and Systems* и ряда других изданий.

Находясь в Мексике уже более 20 лет, Александр Семёнович не порывает научных связей с Институтом проблем управления: неоднократно участвовал в организуемых ИПУ международных научных конференциях, а за последние годы несколько сотрудников Института побывали по приглашению А.С. Позняка в CINVESTAV для чтения лекций и выполнения поисковых работ.

## ВЛАДИМИР ИСААКОВИЧ ПОПОК



Владимир Исаакович Попок поступил в Институт инженером-конструктором в 1966 г. по окончании факультета электроники и счётно-решающей техники МЛТИ. С 1971 г. работал руководителем группы по конструированию электронных приборов и средств вычислительной техники. Владимир Исаакович участвовал в разработке документации при выполнении важнейших работ: ГВС «Русалка», микро-ЭВМ ПС-300, унифицированных систем конструктивов средств автоматизации и др.

В 1980 г. В.И. Попок был назначен заведующим технологическим отделом, а в 1983 г. – заведующим объединённым производственно-технологическим отделом. В этот период в Институте активно разрабатывались новые технологические процессы производства печатных плат (ПП). В отделе сформировалась группа высококвалифицированных специалистов по технологии изготовления ПП во главе с руководителем группы Т.М. Маренковой.

Институт одним из первых среди предприятий Минприбора освоил технологию изготовления ПП с одним проводником в шаге 2,5 мм, а затем с двумя проводниками в шаге 2~5 мм при диаметре контактной площадки 1,3–1,4 мм. Изготавливались опытные образцы многослойных ПП.

Особенностью этих работ было то, что все новации реализовывались только на отечественном оборудовании, доработанном и модернизированном конструкторами и технологами Института.

В середине 80-х гг. в Институте были созданы первые в Советском Союзе линии химического и гальванического меднения ПП, работающие в автоматическом режиме.

Оригинальность созданной конструкции заключалась в том, что линия работала одновременно с двумя автоматическими операторами. За счёт синхронизации пооперационного переноса заготовок ПП каждый из автоматических операторов обслуживал всю линию. При этом сокращалось время перемещения операторов и ожидания выполнения очередного ТП.

Все программы работы операторов в автоматическом режиме были выполнены под руководством и при непосредственном участии В.И. Попка. Активное участие в этой работе принимали специалисты Конструкторского отдела во главе с руководителем производственного комплекса к.т.н. Б.С. Ируговым.

В 1987 г. В.И. Попок назначен заместителем директора Института по общим вопросам. В истории страны то было время надежд. Менялось решительно всё, перестройка коснулась и системы финансирования организаций Академии наук. Помимо бюджетного финансирования появилась возможность использовать средства из других источников, начались ремонтные работы в Институте. Но и надежды, и финансирование быстро испарились. Ремонт был практически остановлен, сотрудники Института получали минимальные заработные платы.

В это время для Владимира Исааковича главной задачей стало сохранить коллектив высококвалифицированных специалистов. Это были, прежде всего, главный механик В.Ф. Савочкин, главный энергетик А.Т. Муратов, комендант С.В. Князева, коллективы сантехников, электриков и многие другие, благодаря которым была возможна нормальная жизнь Института.

Главная заслуга В.И. Попка в том, что были найдены новые формы выполнения ремонтных работ за счёт инвестиционных проектов.

Первый из них был направлен на «спасение» трансформаторной подстанции, крыша которой находилась ниже уровня земли. В результате возвели второй этаж с надёжной металлической кровлей.

С середины 1990-х до 2003 г. было осуществлено 9 инвестиционных проектов, которые без финансовых затрат Института увеличили полезную площадь его помещений почти на 3000 м<sup>2</sup>.

В те же годы по инициативе В.И. Попка была проложена пешеходная дорожка вдоль бассейна, и на территории Института «безлошадные» сотрудники наконец обрели равные права с автомобилистами. В 2000 г. по инициативе Владимира Исааковича был разработан, а потом и реализован 7-летний план капитального ремонта инженерных систем Института. Здесь и замена всех трансформаторных подстанций, новая бойлерная, замена лифтов и даже строительство... нового вольера для белок.

## ЛЕВ ИЛЬИЧ РОЗОНОЭР



Лев Ильич Розоноэр пришёл в ИАТ в 1955 г., сразу по окончании МЭИ, и проработал в Институте более 40 лет – до отъезда по семейным обстоятельствам в США в 1996 г.

Первое время он занимался автоматизацией в химической промышленности. В 1960 г. защитил кандидатскую диссертацию, посвящённую некоторым аспектам теории оптимального управления, в 1964 г. – докторскую (теория систем с компенсацией внешних воздействий). С 1965 г. он – профессор МФТИ по кафедре «Теоретическая механика» и базовой кафедре в ИАТе.

Л.И. Розоноэр принадлежит к числу тех выдающихся учёных, кто своими работами закладывал основы теории управления. Среди специалистов, работающих в прикладных областях математики, одни славятся умением глубоко вникнуть в суть проблемы на содержательном уровне (поставить задачу), другие – умением решить её, иногда преодолевая серьёзные математические трудности. Л.И. Розоноэр принадлежит к числу немногих, обладающих обоими этими качествами в равной мере.

Широкую известность в мире ему принесли работы по теории оптимального управления системами, описываемыми конечномерными обыкновенными дифференциальными уравнениями. Он нашёл постановку задачи оптимального управления с упрощёнными граничными условиями, которая позволила ему дать простое доказательство необходимых условий оптимальности и достаточные условия инвариантности в линейных системах.

Особый интерес представляют работы Л.И. Розоноэра и его учеников по оптимальному управлению термодинамическими системами. Обратив внимание на то, что классическая задача термодинамики о максимальной работе является специфической задачей оптимального управления, Л.И. Розоноэр дал общую постановку задачи об оптимальных термодинамических процессах и её решение для ряда практически важных случаев: задачи о термодинамическом цикле с максимальной средней мощностью, о цикле с максимальным КПД при заданной средней мощности и др.

Значительным был вклад Л.И. Розоноэра в теорию распознавания образов. В 1960–1961 гг. образовалась и включилась в интенсивную работу группа сотрудников лаборатории М.А. Айзермана, в которую помимо самого Марка Ароновича входили Э.М. Браверман и Л.И. Розоноэр. Лев Ильич предложил совершенно новую идею построения процедур обучения распознаванию.

В соответствии с этой идеей с каждой точкой пространства связывается «функция влияния» этой точки на все другие: чем ближе точка к заданной, тем её влияние на эту точку больше. Функция такого рода была названа потенциальной функцией по аналогии с функцией электростатического потенциала взаимодейст-

вия электрических зарядов. Если такого рода потенциальная функция выбрана, то легко построить некоторую «усреднённую» функцию влияния по точкам, представленным для «обучения» и относящимся к одному классу. С этого момента начались совместные теоретические исследования метода потенциальных функций как основы общей теории распознавания образов. Работы этой группы по методу потенциальных функций стали классическими в теории обучения машин и сегодня вошли в материалы многих учебников по распознаванию образов во всём мире.

Л.И. Розоноэру принадлежит ряд важных результатов по теории алгоритмов, конечных автоматов и математической логике. Большинство из них представлены в известной коллективной монографии «Логика, автоматы, алгоритмы». Но сам Лев Ильич наиболее важным вкладом в этой области считает свои исследования по так называемой «паранепротиворечивой логике». Речь идёт о попытке формализовать умение человека выявлять источник противоречий в некоторой теории или её выводах, обнаруживать эти противоречия и устранять их. В рамках классической логики формализовать операции с противоречивыми суждениями невозможно, так как в ней действует принцип «из противоречия следует всё что угодно», и единственное противоречивое суждение полностью разрушает всю теорию.

Если к перечисленному выше добавить интересные и нетривиальные результаты, полученные Л.И. Розоноэром в таких областях, как теория экономических процессов со случайным взаимодействием элементов, теория случайных логических сетей, теория эволюции, теория дифференциальных игр, а также квантовая механика и статистическая физика, становится ясно, что по широте научных интересов Лев Ильич Розоноэр – явление уникальное, и не только в рамках Института проблем управления Российской академии наук.

## ВАДИМ ИВАНОВИЧ УТКИН



Вадим Иванович Уткин пришёл в Институт автоматики и телемеханики по окончании МЭИ в 1960 г.

Основные события были ещё впереди, а пока судьба В.И. Уткина в ИАТе, где всю жизнь проработал его знаменитый отец (к.т.н. Иван Васильевич Уткин долгие годы был заведующим аспирантурой и бессменным председателем профкома), развивалась по типовому сценарию научной карьеры способного и хорошо образованного человека. В 1964 г. он защитил кандидатскую диссертацию, в 1971 г. – докторскую.

В 1973 г. В.И. Уткин становится заведующим лаб. № 22, организованной С.В. Емельяновым. Одновременно он ведёт активную преподавательскую деятельность: с 1975 г. – профессор Института стали и сплавов, с 1977 г. – Московского политехнического института; руководит дипломниками и аспирантами, многие из которых впоследствии станут кандидатами и докторами наук. Его приглашают «гостевым» профессором в университеты Японии, Италии, Германии и США. Одно из таких приглашений и определило место нынешней работы В.И. Уткина: с 1994 г. он является полным профессором Университета штата Огайо, США.

В сферу его научных интересов входят:

- разработка и исследование математических моделей динамических систем с разрывными управлениями;
- разработка принципов проектирования систем управления, основанных на идеях декомпозиции и инвариантности и реализующих алгоритмы управления, приводящие к возникновению скользящих режимов;
- применение теории систем с переменной структурой в прикладных задачах управления современными технологическими процессами, электродвигателями, транспортными средствами, роботами-манипуляторами и т.п.

Прикладные задачи, внедрение теоретических результатов всегда находились в центре внимания В.И. Уткина. Ещё в 1975–1978 гг. он участвует в работах в рамках советско-югославского проекта по созданию систем управления для электродвигателей различного типа. В настоящее время В.И. Уткин занимается гибкими производственными системами, промышленными роботами-манипуляторами, дискретными по времени производственными системами со скользящими режимами.

Работая последние 20 лет за границей, Вадим Иванович не прерывает связей с Институтом, где сложилась его научная судьба. В одном из выступлений он говорил об удивительной творческой обстановке, способствовавшей многим научным открытиям в стенах ИПУ РАН.

Работы В.И. Уткина получили признание в научном мире. Он неоднократно делал пленарные доклады на конгрессах и симпозиумах ИФАК и других международных организаций. В 1978 г. был избран почётным доктором Университета

г. Сараево. В 2003 г. ему вручена медаль Ольденбургера ASME. В 1981–1984 гг. он был вице-председателем Секции теории ИФАК, в 1984–1987 гг. – вице-председателем Технического совета ИФАК, неоднократно избирался вице-председателем и председателем международных программных комитетов на конгрессах ИФАК. С 2000 г. по настоящее время В.И. Уткин является председателем Технического комитета IEEE по системам с переменной структурой. Он – член редколлегий нескольких международных журналов по автоматическому управлению и многих международных научных сообществ.

## АНАТОЛИЙ ИВАНОВИЧ ЯШИН



Выпускник Физтеха и один из учеников Р.Ш. Липцера, доктор физико-математических наук Анатолий Иванович Яшин является не только классным специалистом-математиком, но и талантливым организатором, способным воодушевлять и направлять других исследователей, создавая им условия для масштабной работы.

В начале своей научной деятельности занимавшийся развитием теории скачкообразных случайных процессов, А.И. Яшин одним из первых понял, насколько важно и, главное, возможно приложение развиваемых им математических методов в таких слабо формализованных дисциплинах, как биология и медицина.

Являясь одним из пионеров применений точных методов теории случайных процессов в здравоохранении и демографии, он создал новое направление, связанное с оценкой рисков для здоровья человека и построением демографических прогнозов на базе стохастических моделей с квадратичным функционалом риска при наличии гетерогенности и с учётом популяционной генетики.

Последние три десятилетия Анатолий Иванович трудится за границей. В 1985 г. он был приглашён в Международный институт прикладного системного анализа (IIASA, Вена, Австрия) для участия в проекте «Народонаселение». Полученные им тогда результаты заложили основы теории анализа процессов в неоднородных популяциях, которая позволила объяснить феномен снижения процента смертности людей, достигших 80 лет. За время работы в проекте «Народонаселение» А.И. Яшин приобрёл большой научный авторитет и установил обширные научные связи. Это послужило основанием для его приглашения в Центр медицинских исследований при Оденском университете (г. Оденсе, Дания), а затем – в новый Институт демографических исследований Общества Макса Планка (г. Росток, Германия). В этом институте он возглавил лабораторию «Современные статистические методы» и одновременно читал лекции по финансовой математике в Ростокском университете Росток.

Тематика руководимой им лаборатории охватывала широкий спектр исследований по изучению и моделированию процессов старения и смертности живых организмов и людей на самых различных уровнях – от клеточного до популяционного. В лаборатории было получено множество новых научных результатов по изучению: влияния иммунной системы на процесс старения и продолжительность жизни; процессов перераспределения ресурсов организма; роли в этих процессах эволюции, воспроизводства и генетики. В настоящее время начат новый цикл работ по изучению законов управления процессом старения и продолжительностью жизни, что поможет создавать препараты и терапевтические стратегии для поддержания здоровья людей в старости.

Работая за рубежом, А.И. Яшин не терял связей с родным институтом. Оставаясь сотрудником ИПУ РАН, он организовал совместные исследования по проблемам моделирования старения, широко используя теоретические заделы и опыт, накопленные Институтом при решении аналогичных задач. Учёные Института принимают регулярное участие в научных конференциях по тематике совместных исследований, выезжают в зарубежные научные командировки.

В настоящее время Анатолий Иванович является почётным профессором Ростокского университета (Германия), полным профессором и научным директором Центра популяционного здоровья и старения Университета Дьюка (США).

В 2012 г. *Population Association of America* (РАА) наградила А.И. Яшина премией им. Mindel C. Sheps, присуждаемой за выдающийся вклад в математическую демографию, методологию демографии, моделирование и анализ популяционных данных. Работы, отмеченные премией, были начаты ещё в бытность А.И. Яшина старшим научным сотрудником Института проблем управления.

ИАТОВЦЫ НАВСЕГДА





# ИАТОВЦЫ НАВСЕГДА

Эта книга рассказывает о жизни Института и людях, составивших его славу. Основоположниках, учёных, которые создавали Институт автоматики и телемеханики. Он же – ИАТ АН СССР (технической кибернетики). Он же – ИАТ АН СССР и Минприбора СССР. Он же – ИПУ АН СССР. Он же – нынешний ИПУ РАН, или, официально, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем управления имени В.А. Трапезникова Российской академии наук.

Все или почти все эти люди уже упомянуты в тексте книги, и читатель знает, что Институт образовался из Комиссии по телемеханике и автоматике при АН СССР, которой сначала руководил академик Александр Алексеевич Чернышёв. За ним – доктор технических наук Александр Фёдорович Шорин. А в Институте автоматики и телемеханики Комиссию преобразовал последний её председатель, академик Виктор Сергеевич Кулебакин с небольшой группой коллег. Потом в ИАТе появились новые, очень талантливые люди. Отбор был жёсткий. Стандарты высокие.

В этой главе мы хотим подробнее рассказать о многих выдающихся или просто известных миру учёных ИАТа разных поколений – от начинающих до тех, кто ушёл недавно. Судьбы их складывались по-разному. Трагедия Георгия Владимировича Щипанова. Слава Бориса Николаевича Петрова. Всемирная известность Александра Ароновича Фельдбаума, Якова Залмановича Цыпкина и Анатолия Григорьевича Бутковского. Долголетие и заслуженное признание прожившего почти 100 лет (из коих последние 30 лет в Америке) Бориса Яковлевича Когана: госпремия – у нас и тамошние награды – в США. Непростой путь Вадима Александровича Трапезникова.

И не стоит думать, что даже у самых знаменитых и великих всё и всегда было на «пять». Выдающийся отечественный учёный Владимир Семёнович Пугачёв, который в 40-е гг. прошлого века осуществил подлинный прорыв, создав теорию управления системами стохастической природы, всю жизнь расстраивался из-за того, что «чистые» математики, вероятностники, не признавали его приоритета на придуманную им математическую конструкцию, которую он назвал *каноническим* разложением, а они, вероятностники, – разложением Карунена–Лоэва. А ведь Пугачёв предложил свой подход на два года раньше этих знаменитых математиков. Однако, с их точки зрения, Владимир Семёнович был не настоящим математиком, а «инженером» – и они его попросту не читали. Это огорчало Пугачёва настолько, что к 75 годам он переписал свои основные книги, труд всей жизни, используя тот математический язык, который признавался рафинированными теоретиками. За эти работы он получил Ленинскую премию. Кстати, попробуйте на досуге выучить теорию меры, когда вам под 80!

Конечно, мы расскажем и об Айзермане, и об Андронове, и о многих других – теоретиках и прикладниках, но не забудем и тех, кто помогал иатовским учёным делать науку. О людях, дававших учёным возможность комфортно жить и рабо-

тать: хозяйственниках, издателях, организаторах науки. Некоторые из них, тоже выдающиеся, будут представлены в этой главе своими биографиями. Очередность предъявления читателю рассказов об этих людях будет обусловлена не «весом» вклада в науку управления, не регалиями, а лишь временем их поступления на работу в наш Институт. Так что сначала появятся Чернышёв, Шорин и Кулебакин, а за ними – по времени прихода – все остальные.

## АЛЕКСАНДР АЛЕКСЕЕВИЧ ЧЕРНЫШЁВ

Александр Чернышёв родился на Черниговщине. Отец его, Алексей Маркович, был юристом. Служил участковым мировым судьёй в селе Вороновицы под Винницей. В том же селе Саша Чернышёв в 1891 г. поступил в начальное училище. Потом Немировская мужская гимназия, после которой его принимают в 1902 г. в только что открывшийся в Санкт-Петербурге Политехнический институт.

Студент он был активнейший и инициативный. Помимо изучения теоретических курсов, за годы учёбы выполнил 28 курсовых проектов по различным инженерным дисциплинам. Возможно, такая практика и предопределила широту его интересов.

На последнем курсе института Александр Чернышёв уже проводит самостоятельные научные исследования. В конце 1907 г. получает диплом: ему присвоена квалификация «инженера-электрика».

Как одного из способнейших студентов, Чернышёва оставляют в институте для подготовки к профессорскому званию. Первая научная работа молодого учёного называлась «Методы испытания изолирующих веществ».

Параллельно Чернышёв исследовал вопросы точного измерения очень высоких напряжений. Электротехника того времени не позволяла измерить напряжение порядка 100 тыс. вольт и выше. Александр Алексеевич изобрёл электрометр для измерения напряжений от 10 до 180 тыс. вольт, а за ним и высоковольтный ваттметр.

В 1909 г. Чернышёва командировывают в Швейцарию и Германию, где он знакомится с тамошними установками высокого напряжения, а также с организацией научной работы и методикой лабораторных занятий в знаменитом Гёттингенском университете. Вернувшись на родину, Александр Алексеевич приступает к проектированию и строительству исследовательской высоковольтной лаборатории Политеха.

В 1912 г. Чернышёв удостоен медали Русского технического общества и премии К. Сименса за выдающиеся работы в области высоковольтной электротехники. Спустя год в качестве стипендиата Министерства торговли и промышленности его на два года командировывают в США для ознакомления с высоковольтной техникой и производством электротехнического оборудования на «Дженерал электрик».

Однако в «Дженерал электрик» его поначалу не взяли, и Чернышёв устраивается «по вольному найму» на завод фирмы «Вестингауз электрик» рядовым рабочим. Через шесть месяцев этот «рабочий» был переведён администрацией в техотдел, а ещё через полгода ему предоставили должность инженера (впоследствии – зам. главного инженера) в научно-исследовательской лаборатории, которая открывала широкий доступ на заводы не только фирмы «Вестингауз электрик», но и «Дженерал электрик». Пройдя путь от рабочего до инженера, Александр Алексеевич не только всесторонне изучил работу электрических приборов, вопросы их конструирования и производства, но даже внёс несколько рационализаторских предложений. Когда пришёл срок возвращаться домой, обе фирмы наперебой предлагали русскому инженеру остаться, но тот категорически отказался.

Он вернулся в Петроград, где одна за другой выходят его статьи. Однако вскоре началась война, и перед Чернышёвым встали совершенно другие задачи.



21.08.1882 – 18.04.1940

К началу Первой мировой войны Россия не имела ни радиотехнической промышленности, ни даже радиотелеграфистов. Подавляющее большинство грузовых и пассажирских судов обслуживалось радистами-иностранцами. Когда началась война, радисты были интернированы, и российский торговый флот остался без радиосвязи. Чтобы как-то выправить положение, при Политехническом институте были созданы курсы для подготовки радистов-операторов из числа студентов-выпускников. Занятия по радиотелеграфии на курсах вёл профессор Чернышёв.

Эта педагогическая работа заставила Александра Алексеевича глубоко вникнуть в теорию, и в 1916 г. он публикует работу «Роль Земли и верхних слоев атмосферы в распространении электромагнитных волн вокруг земной поверхности».

Еще одна сторона интересов Чернышёва – совсем молодая и тогда еще безымянная электроника. Для катодных реле (так называли тогда радиолампы) он изобрёл два типа эквипотенциальных подогревных катодов: первый – в форме пластины, нагреваемой вспомогательным электронным потоком (1918), и второй, получивший распространение по всему миру, – в виде цилиндра, нагреваемого изнутри специальной раскалённой нитью (1921).

Осенью 1918 г. А.А. Чернышёв вместе с акад. А.Ф. Иоффе приступает к созданию знаменитого Физико-технического института. Одновременно Александр Алексеевич руководит кафедрой радиотехники Политехнического института, а с 1920 г. координирует работы по восстановлению разрушенной Детскосельской радиостанции. При его непосредственном участии был создан Ленинградский электрофизический институт (ЛЭФИ).

В 1929 г. Чернышёв – уже член-корреспондент АН СССР. В 1930 г. он получает премию им. В.И. Ленина. В 1932 г. его избирают академиком. Вот что говорил по этому поводу академик Иоффе: «Александр Алексеевич Чернышёв – один из наиболее широко образованных инженеров-электронщиков. Обладая обширными и разносторонними знаниями, практическим чутьём инженера и поразительной трудоспособностью, А.А. Чернышёв за 25 лет своей деятельности опубликовал около 50 работ и получил столько же патентов. Ему принадлежит первая и лучшая система передачи изображения на расстоянии... вместе с группой учеников ему удалось создать и наиболее совершенную систему телевидения...»

Начало работ Чернышёва в области телевидения можно отнести к 1922 г. Именно тогда Александр Алексеевич предложил метод модуляции света при помощи воздействия электрического поля на специальные жидкости с резко выраженными явлениями Керра. Был создан ряд аппаратов, позволявших при сравнительно хорошей чёткости передавать изображения не только при искусственном освещении, но и на открытом воздухе.

В 1934 г. Президиум АН СССР принял решение об организации в составе Технической группы Академии Комиссии по телемеханике и автоматике, преобразованной в 1939 г. в Институт автоматики и телемеханики во главе с академиком В.С. Кулебакиным. Задача Комиссии состояла в координации работ по автоматическому управлению, в обобщении достигнутого опыта, в формулировании требующих решения проблем. Председателем Комиссии был назначен акад. А.А. Чернышёв. В 1937 г. на этом посту его сменил д.т.н. А.Ф. Шорин.

Последние годы жизни Александр Алексеевич посвятил высоким напряжениям. Он решил задачу энергетической связи отдалённых районов, значительно продвинулся в создании единой высоковольтной сети страны. Его технические решения открывали реальную возможность строительства линий электропередач в 400 тыс. вольт. Мировых аналогов его разработкам не было.

## АЛЕКСАНДР ФЁДОРОВИЧ ШОРИН

Поклонники советского звукового кино 30–40-х гг. («Путёвка в жизнь», «Семеро смелых», «Чапаев», «Весёлые ребята» и т.д.), видимо, помнят, что в бегущих в начале сеанса титрах обязательно появляется надпись: «Звук записан по системе инженера (позже – профессора) Шорина». Да-да, это именно он, тот самый Александр Фёдорович Шорин – офицер, талантливый изобретатель, квалифицированный инженер, умелый организатор, прирождённый учёный и преподаватель. Человек, которого мы помним как одного из руководителей Института автоматики и телемеханики (ИАТ) во втором году его существования.

Родился он в крестьянской семье, которая к тому времени жила в Петербурге, где его отец Фёдор Григорьевич служил на Лесном складе Варшавской железной дороги.

В 1908–1911 гг. Александр Фёдорович работал на электростанции Северо-Западной железной дороги в должности машиниста, затем старшего техника. Сдав экстерном экзамены на аттестат зрелости, в 1911 г. поступил в Электротехнический институт, который окончил в 1922 г. с отличием (как тогда говорили, с золотой медалью).

Между 1911 и 1922 гг. уместились две революции и Первая мировая война, в которой Шорин принял участие, уже служа в армии (он был призван на обязательную военную службу сразу после поступления в Электротехнический институт). В конце 1914 г. контуженный и раненый А.Ф. Шорин попадает в госпиталь (к тому времени он уже награждён за мужество орденом Св. Анны 4-й степени). В начале 1915 г. его направляют для дальнейшей службы в Царское Село помощником начальника радиостанции Военного ведомства. После Февральской революции 1917 г. Шорина избирают начальником радиостанции.

В 1919 г. А.Ф. Шорин назначен управляющим Нижегородской радиолaborаторией, откуда уходит в 1922 г., чтобы защитить в Электротехническом институте диплом на звание инженера-электрика.

В 1923 г. он назначен заместителем директора по радио Электротехнического треста заводов слабого тока. В том же году Шорин разрабатывает модель управляемого по радио аппарата, а также усилители и громкоговорители для радиификации улиц и площадей Москвы.

В 1926 г. начинается его работа в области звукового кино. После первых удачных экспериментов в конце 20-х – начале 30-х гг. к Шорину в 1934 г. публично, через газету «Кино», обращается с открытым письмом группа известных советских кинорежиссёров: Эйзенштейн, Довженко, Александров и др. Вот цитата из их обращения: «Вы, Александр Фёдорович, можете дать нам прекрасное оружие, которое в значительной степени повлияет на победный исход нашей борьбы...» Шорин также изобретает и строит аппарат для электромеханической записи звука, который получил название «шоринофон».



05.12.1890 – 21.10.1941

В 1931 г. он назначен зав. кафедрой проводной связи в Военно-технической академии связи им. Ф.Э. Дзержинского. Одновременно руководит в Центральной лаборатории проводной связи созданием аппаратуры для передачи кинофильмов по телевидению.

В 1932 г. сконструированные и построенные под руководством и при участии А.Ф. Шорина приборы управления с самолёта торпедными катерами приняты Красной армией на вооружение. Также изготавливается аппаратура для телеуправления танками Т-18 и Т-26.

В 1934 г. он возглавляет кафедру комплексной связи в Ленинградском электротехническом институте. Ему удаётся (совместно с А.И. Бергом) проверить способ передачи сигналов и команд методами телевидения с применением трафаретов.

В 1935 г. Шорин разрабатывает первый советский электрокардиограф. Руководит разработкой и испытанием системы телевидения с промежуточным кинофильмом.

В 1936 г. в связи с назначением директором Всесоюзного института телемеханики и связи (НИИ-10) Александр Фёдорович переезжает в Москву.

В 1937 г. ему присваивается (без защиты) учёная степень доктора технических наук. В том же году он сменяет Александра Алексеевича Чернышёва на посту председателя Комиссии по автоматике и телемеханике, который занимает до 1938 г. Затем, по собственному желанию, уходит с этой должности, а ещё через год, также по собственному желанию, отказывается от директорства в НИИ-10.

В 1940 г. он становится научным руководителем Отдела технико-экономических исследований организованного акад. В.С. Кулебакиным Института автоматики и телемеханики (ИАТ) АН СССР.

3 апреля 1941 г. его назначают заместителем директора ИАТа, а 14 апреля Шорину присуждают Сталинскую премию 1-й степени за изобретение метода и аппаратуры для механической звукозаписи.

В начале Великой Отечественной войны директор ИАТа академик Кулебакин был назначен руководителем работ АН СССР и ВВИА им. Н.Е. Жуковского по оказанию научно-технической помощи и содействия фронту и промышленности, кроме того, он стал членом Комиссии по мобилизации ресурсов Урала. Нам неизвестно, вышел ли приказ о назначении А.Ф. Шорина директором ИАТа, но, фактически, на этом отрезке истории Институтом руководил Шорин. 25 сентября 1941 г. Александр Фёдорович вместе с Институтом и отправляется в эвакуацию в г. Ульяновск. Жить ему остаётся меньше месяца.

## ВИКТОР СЕРГЕЕВИЧ КУЛЕБАКИН

Основатель Института автоматики и телемеханики АН СССР и его первый директор Виктор Сергеевич Кулебакин родился в г. Москве в семье учителей. В 1909 г. окончил с золотой медалью коммерческое училище. Затем поступил в МВТУ (ныне – Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана), где специализировался в области двигателей внутреннего сгорания и электротехники и, кроме того, заинтересовавшись вопросами авиации, прослушал курсы профессора Н.Е. Жуковского. Здесь же, в МВТУ, Виктор Сергеевич встретился с Карлом Адольфовичем Кругом, который на многие годы стал его учителем и коллегой.



**30.10.1891 – 11.02.1970**

По окончании МВТУ со званием инженера-механика в 1914 г. Виктор Сергеевич был оставлен в училище для подготовки к профессорскому званию. Но началась война, и после двух месяцев работы преподавателем средней технической школы в октябре 1914 г. он был отправлен на фронт. Военная служба В.С. Кулебакина протекала с 1914 по 1918 г. в авиационных частях. В 1915 г. ему была присвоена квалификация пилота-авиатора, затем он окончил теоретические курсы в Гатчинской школе военных лётчиков. Так В.С. Кулебакин стал одним из первых профессиональных военных лётчиков России.

Ещё в армии Виктор Сергеевич по приглашению Н.Е. Жуковского начал преподавать на теоретических курсах авиации.

В 1918 г. В.С. Кулебакин вернулся в МВТУ, наряду с преподавательской деятельностью активно занимаясь решением многих практически важных инженерных задач. Он участвовал в оснащении электрооборудованием Подмосквовного каменноугольного бассейна (1918–1921), выполнял ряд важных заданий по разработке плана ГОЭЛРО, налаживал производство электрооборудования для самолётов.

Когда в 1921 г. был организован Механико-электротехнический экспериментальный институт им. Ломоносова (с 1929 г. – Всесоюзный электротехнический институт), Виктор Сергеевич был избран по конкурсу его профессором и назначен заместителем директора института.

Тогда же Виктор Сергеевич был избран профессором МВТУ, а после выделения из МВТУ Энергетического института перешёл на работу туда и создал кафедру и лабораторию электроаппаростроения. В лаборатории были поставлены учебные и научно-исследовательские работы по автоматическим регуляторам, пускорегулирующей аппаратуре и аппаратам регулирующих устройств. Кафедра во Всесоюзном конкурсе высших учебных заведений за лучшую постановку работы получила в 1937 г. первую премию.

Одновременно В.С. Кулебакин оказал большое влияние на становление и развитие Военно-воздушной академии им. Н.Е. Жуковского (ныне – Военный авиаци-

онный технический университет). Здесь в 1923 г. он организовал факультет и кафедру, создал научную школу. Вся его дальнейшая деятельность была тесно связана с академией.

В 1939 г. академик В.С. Кулебакин организовал Институт автоматики и телемеханики АН СССР и стал его первым директором. Здесь, по инициативе В.С. Кулебакина, были выполнены серьёзные исследования в области автоматизированного электропривода, и в частности по импульсному регулированию скорости вращения двигателей. В.С. Кулебакин создал теорию работы электромашинных усилителей и обосновал возможность использования их в схемах автоматических следящих систем и авиации.

Годы становления Института оказались очень сложными. Было крайне мало специалистов по автоматическому управлению. Для подготовки кадров по управлению Виктор Сергеевич пригласил на работу в Институт крупного математика академика Николая Николаевича Лузина. В 1940 г. началась известная дискуссия по условиям компенсации, открытым Георгием Владимировичем Щипановым, которая завершилась статьёй в журнале «Большевик», содержащей прямое обвинение Института автоматики и телемеханики в лженаучной деятельности.

В.С. Кулебакин мужественно отстаивал необходимость дальнейших исследований по проблеме «условий компенсации» Г.В. Щипанова.

Несмотря на травлю, в 1940 г. Институт провёл 1-е Всесоюзное совещание по теории управления, сыгравшее большую роль в дальнейшем развитии теории и систем управления в нашей стране.

В начале Великой Отечественной войны В.С. Кулебакин был назначен руководителем работ АН СССР и ВВИА им. Н.Е. Жуковского по оказанию научно-технической помощи и содействия фронту и промышленности. Кроме того, он стал членом Комиссии по мобилизации ресурсов Урала. Самоотверженный труд во время войны и организационные таланты Виктора Сергеевича сыграли большую роль в развитии авиационной промышленности страны, в подготовке военных кадров для авиации.

В 1941 г. Институт был эвакуирован в Ульяновск. В.С. Кулебакин эвакуировался вместе с ВВИА им. Н.Е. Жуковского в Свердловск (ныне – Екатеринбург). Его работа в Институте автоматики и телемеханики была прервана.

Первые работы Виктора Сергеевича по теории автоматического регулирования появились в 1930–1940 гг. Он предложил теорию вибрационных регуляторов для электрических машин, ввёл в рассмотрение простейшую интегральную оценку в задачах исследования качества процессов регулирования и дал метод её вычисления, впервые поставил и решил задачу выбора коэффициентов регулятора из условия заданных значений корней характеристического уравнения.

Выдающуюся роль сыграли работы Кулебакина в создании теории инвариантности и теории комбинированных систем управления. Он первым доказал, что условия абсолютной инвариантности (условия компенсации Щипанова) могут быть реализованы в мостиковых схемах, предложил К(Д)-изображение заданной функции и развил

теорию К(Д)-изображений, ввёл понятия избирательной инвариантности и полиинвариантности.

В.С. Кулебакин впервые выдвинул идею о том, что объект регулирования должен строиться с учётом требований, предъявляемых к нему со стороны системы регулирования. в этом случае регулятор может быть более простым и более надёжным.

В 1944 г. В.С. Кулебакин вернулся на работу в Институт автоматики и телемеханики и до 1962 г. возглавлял одну из его лабораторий.

Виктора Сергеевича с полным основанием называют «отцом авиационной электроэнергетики». Многолетние исследования и экспериментальные работы в области электрооборудования самолётов он вместе с учениками из ВВИА им. Н.Е. Жуковского обобщил в четырёхтомной монографии. Подобного научного труда мировая литература не знает.

В 1933 г. В.С. Кулебакин был избран членом-корреспондентом АН СССР, в 1939 г. – академиком.

В 1942 г. В.С. Кулебакину было присвоено звание генерал-майора инженерно-авиационной службы, он награждён орденом Ленина, тремя орденами Красной Звезды, орденом Трудового Красного Знамени, двумя орденами «Знак почёта» и многими медалями. В 1950 г. был удостоен Государственной премии СССР.

В память о Викторе Сергеевиче Кулебакине и в связи со 120-летием со дня его рождения в 2011 г. на здании ИПУ РАН и на одном из корпусов ВВИА им. Н.Е. Жуковского были установлены мемориальные доски.

## ВАЛЕНТИН ИВАНОВИЧ КОВАЛЕНКОВ



**25.03.1884 – 14.07.1960**

Валентин Иванович Коваленков родился в деревне Межник Оскуйской волости Тихвинского уезда Новгородской губернии (ныне Чудовский район Новгородской области) в семье сельского учителя. Из 9 детей Валентин был старшим сыном. Начальное образование получил в сельских школах деревни Межник и села Зайцево. Воспользовавшись правом проживания в общежитии для детей сельских учителей в губернском центре, поступил в Новгороде в реальное училище, которое успешно окончил в 1901 г.

В 1902 г. был принят в Императорский электротехнический институт в Петербурге (ныне ЛЭТИ) на отделение слабых токов. Не имея достаточных средств к существованию, зарабатывал на жизнь уроками, а с 1907 по 1916 г. преподавал физику и космогонию в петербургской частной гимназии Н.Ф. Бастман.

В Электротехническом институте увлекался лекциями профессоров В.В. Скобельцина, К.А. Поссе, И.И. Боргмана, П.Д. Войнаровского, особенно сблизился с А.С. Поповым, оказавшим заметное влияние на формирование его научных интересов. Окончив Электротехнический институт, В.И. Коваленков получил звание инженера-электрика 1-го разряда в 1909 г. Его дипломная работа на тему «Телеграфирование на большое расстояние» была удостоена медали, а имя В.И. Коваленкова – выпускника Электротехнического института – было занесено на мраморную доску выдающихся выпускников института.

Став в 1909 г. дипломированным инженером, В.И. Коваленков поступил на должность помощника столоначальника в Главное управление почт и телеграфов с разрешением посещать Петербургский университет по физико-математическому факультету в качестве вольнослушателя. С 1909 по 1911 г. он учился в университете, уделяя большое внимание математике под руководством академика В.А. Стеклова. Последний познакомил его с академиком А.Н. Крыловым, который опекал и консультировал талантливого ученика до конца своей жизни.

С 1911 по 1941 г. работал в Электротехническом институте, последовательно занимая должности: лаборанта, преподавателя и профессора (1917) на кафедре «Телефония». В 1919–1920 гг. был директором института, в течение восьми лет исполнял обязанности декана факультета проволочной связи. Организовал факультет железнодорожной автоматики, телемеханики и связи, который в 1939 г. был выделен в самостоятельное учебное заведение – Ленинградский электротехнический институт инженеров сигнализации и связи (ЛЭТИИСС).

В 1913 г. на заседании совета Электротехнического института с привлечением профессоров университета выдержал экзамен на ученое звание адъюнкта электротехники слабого тока. В 1914 г. защитил диссертацию на тему «Устанавливающиеся процессы и распределение прерывистого тока по телеграфным проводам», за

что в 1915 г. на всероссийском конкурсе получил премию им. А.С. Попова и почётный отзыв Академии наук.

С 1919 по 1920 г. – профессор акустики Института живого слова в Петрограде. С 1919 по 1925 г. – профессор по акустике и технологии звука Отделения истории музыки Института истории искусств. С 1925 по 1930 г. – научный сотрудник 1-й категории по кафедре «Естественно-научные основы музыкального искусства». С 1919 по 1921 г. – консультант при музыкальном отделе Наркомпроса РСФСР (Петроград). В.И. Коваленковым проводились исследования в области искусственного синтеза звуков, создания новых музыкальных аппаратов и измерительных приборов для исследования человеческого голоса, слуха и музыкальных способностей студентов, акустики помещений и т.п.

В 1922 г. В.И. Коваленков был избран почётным членом Петроградской ассоциации изобретателей.

В 1919 г. при наступлении Юденича на Петроград В.И. Коваленков явился в Штаб Красной армии и предложил свои услуги как специалист по связи. Ему было поручено организовать в Москве элементный завод и наладить производство сухих гальванических элементов для военных нужд. С тех пор его жизнь была неразрывно связана с Красной армией. С 1923 по 1941 г. он последовательно являлся штатным преподавателем, старшим руководителем, начальником кафедры телефонии, начальником института адъюнктов и профессором кафедры телефонии Военно-технической академии (потом она была переименована в Электротехническую академию РККА, пока не стала Военной электротехнической академией связи). В 1935 г. В.И. Коваленков получил военное звание бригадного инженера, в 1940 г. – дивизионного инженера, в 1943 г. – генерал-майора инженерно-технической службы.

В 1928 г. В.И. Коваленков был избран профессором кафедры телефонии Ленинградского института инженеров железнодорожного транспорта.

В 1934 г. Высшая аттестационная комиссия утвердила В.И. Коваленкова в учёной степени доктора технических наук, в 1935 г. Президиум ВЦИК присвоил ему почётное звание заслуженного деятеля науки и техники РСФСР.

В 1938 г. В.И. Коваленков был утверждён ответственным редактором журнала «Автоматика и телемеханика».

В 1939 г. он был избран членом-корреспондентом АН СССР по Отделению технических наук (техническая физика). С этого момента его научная деятельность неразрывно связана с Академией наук.

С 1932 г. он – член Научного совета Ленинградского института телемеханики. С 1934 г. – член Комиссии по телемеханике и автоматике АН СССР (с 1940 г. – Комитета по автоматике и телемеханике АН СССР). В 1939 г. В.И. Коваленков занял должность заместителя директора Института автоматике и телемеханики АН СССР, а в 1941 г. – директора. В составе Лаборатории телемеханики этого Института В.И. Коваленковым был организован Сектор по разработке научных проблем проводной связи. В 1948 г. этот сектор по решению Отделения технических наук АН СССР был выделен в самостоятельное научное учреждение – Лабораторию по разработке научных проблем проводной связи, которой В.И. Коваленков

руководил до 1956 г. В Лаборатории им были организованы научные исследования по широкому кругу проблем проводной связи, в том числе по её автоматизации. Учёный активно работал в области подготовки научных кадров. Под его руководством защитили докторские известные учёные в области электросвязи: А.Ф. Белецкий, И.И. Гроднев, И.Е. Ефимов, К.Е. Кульбацкий, П.М. Курочкин, В.Н. Рогинский, М.А. Сапожков, В.Л. Тюрин.

Лауреат Сталинской премии 2-й степени (1941). Награждён орденами: Красной Звезды (1936), Трудового Красного Знамени (1944), Боевого Красного Знамени (1944), двумя орденами Ленина (1945, 1953) и многими медалями.

## МИХАИЛ АЛЕКСАНДРОВИЧ ГАВРИЛОВ

Михаил Александрович Гаврилов родился в Москве. Отец его, Александр Митрофанович Гаврилов, был артистом балета Большого театра, мама, Елизавета Сергеевна, – зубным врачом. Но мальчик буквально с двухлетнего возраста проявлял интерес к технике. В 1925 г. Михаил Александрович окончил Московское высшее техническое училище им. Н.Э. Баумана, получив звание инженера-электрика.

С 1926 по 1935 г. он работал в Правлении МОГЭС, куда пришёл из Управления «Мосэнерго». М.А. Гаврилов считался лучшим из диспетчеров. Именно в «Мосэнерго» он впервые соприкоснулся с проблемами телемеханики и диспетчеризации. В диспетчерской службе Михаил Александрович проявил способность мгновенно оценить ситуацию, предугадать сценарий развития и последствия, в реальном масштабе времени принять решение и добиться его выполнения. Работая сменным инженером в диспетчерской, он осознал всю остроту потребности в устройствах автоматики и телемеханики, проявив способности к комбинаторике и логике.



07.09.1913 – 06.04.2004

Первые публикации М.А. Гаврилова по телемеханике относятся к 1928–1935 гг. В 1932 г. он создаёт первое отечественное устройство телеуправления – телесигнализацию для энергосистем. Итогом десятилетия работы в телемеханике стало присуждение в 1938 г. М.А. Гаврилову степени кандидата технических наук (без защиты, по совокупности опубликованных работ).

После образования Института автоматики и телемеханики АН СССР (1939) он возглавил коллектив лаб. № 3, исследовавшей проблемы телеуправления и выполнившей ряд практических работ по автоматизации различных производственных процессов.

М.А. Гаврилов занимался телемеханикой ещё более 20 лет. Ряд новых разработок был внедрён в различных отраслях народного хозяйства страны.

Разнообразие проводимых лаб. № 3 исследований привело к выделению новых научных направлений, и в составе Института образовалось 5 новых самостоятельных лабораторий. Собирая и воспитывая талантливую молодёжь, М.А. Гаврилов на протяжении всей жизни растил научные кадры. Под его руководством защитили кандидатские диссертации около 50 человек, более десяти из них стали докторами наук. Отношение Михаила Александровича к его аспирантам было удивительным: будучи очень строг, он всегда вставал на их защиту. С лёгкой руки учеников М.А. Гаврилова стали именовать МАГом – со временем это превратилось в его второе имя.

Ключевым моментом жизни будущего МАГа стало то, что в 1938 г. он случайно оказался на семинаре Московского математического общества, где выступал физик из МГУ В.И. Шестаков с докладом о применении алгебры Буля для описания структуры релейных схем. Михаил Александрович работу В.И. Шестакова

считал революционной (даже автор этого не понимал). Все рассматривали релейно-контактные схемы (РКС) с точки зрения проводимости (даже В.И. Шестаков и К. Шеннон), а исчисление высказываний (алгебра логики) использовалось исключительно для описания структур. А вот Михаил Александрович в то время контактные элементы классифицирует как приёмные и исполнительные (читай: входные и выходные), то есть рассматривает движение не электрического тока, а информации – от входов к выходам.

В начале 40-х гг. М.А. Гаврилов задался целью создать научную методику проектирования РКС. Именно таким аппаратом оказалась алгебра логики. Исходя из работ В.И. Шестакова и К. Шеннона, М.А. Гаврилов построил общую теорию анализа и синтеза одно- и многотактных РКС. За первой его работой (1943) последовало множество статей, которые легли в основу докторской диссертации МАГА (1946). Михаил Александрович предложил язык «таблиц включений», по которым можно было получить структурную формулу многотактных схем. Он разработал методику преобразования не только параллельно-последовательных, но и мостиковых схем (так называемых схем класса Н), как с релейно-контактными элементами общего вида, так и со специализированными элементами (искателями, поляризованными и амплитудными реле и т.п.). О защите докторской диссертации Михаила Александровича и по сей день ходят легенды. Говорят, она длилась 8 часов, выступали философ С.В. Яновская и логик С.П. Новиков, была группа недоброжелателей – инженеров-практиков из Ленинграда, но чашу весов в пользу Михаила Александровича склонил академик А.И. Берг, сказавший: «Мы присутствуем при величайшем открытии современности, которое совершит революцию в технике». Результаты этих исследований М.А. Гаврилов подытожил в своей классической монографии «Теория релейно-контактных схем» (1950), впоследствии переведённой на многие языки мира.

В 1963 г. Михаил Александрович избирается членом-корреспондентом АН СССР по теории управления.

Работы М.А. Гаврилова 60–70-х гг. были посвящены развитию метода направленного поиска применительно к сложным базисам логических элементов, мажоритарных, пороговых, элементов с произвольной структурой, однородных сред и т.д., а также применительно к сложным формам задания дискретных устройств большой размерности – интервальным и скобочным формам.

Важный вклад в теорию дискретных автоматов составили предложенные Михаилом Александровичем формулировка проблемы полноты и непротиворечивости описания поведения релейных устройств, методы минимизации элементов памяти и блочный подход к описанию и синтезу автоматов. М.А. Гаврилов ввёл операции композиции над таблицами переходов, позволяющие описывать различные виды взаимодействия автоматов и устанавливать эквивалентность автомата некоторой сети автоматов. Тем самым был сформулирован подход к блочному синтезу, при котором сложное устройство представляется системой автоматов, каждый из которых описывается таблицей переходов. Он исследовал зависимость числа состояний автомата от числа состояний его блоков при различных видах взаимодействия блоков. Работы М.А. Гаврилова по блочному синтезу явились толчком к развитию серии работ по методам композиции и декомпозиции автоматов.

Интересной и плодотворной оказалась высказанная М.А. Гавриловым идея применить к дискретным автоматам для повышения их надёжности разработанные в теории передачи информации коды, позволяющие обнаруживать и исправлять ошибки. Это положило начало новому направлению в развитии теории дискретных автоматов – надёжностному синтезу дискретных последовательностных автоматов.

В последние годы жизни М.А. Гавриловым был разработан метод синтеза многовыходных комбинационных устройств большой размерности, описываемых системой булевых функций. Этот метод развивал и обобщал идею направленного поиска.

М.А. Гаврилов вёл большую научно-организационную и координационную деятельность в области технической кибернетики в возглавляемом академиком А.И. Бергом Научном совете по комплексной проблеме «Кибернетика» АН СССР, (был председателем Секции технической кибернетики); в области автоматизированного проектирования в Комитете системного анализа АН СССР (председатель Научного совета по проблеме «Автоматизация проектирования»). В составе Секции технической кибернетики Михаил Александрович организовал в 1962 г. Комиссию по теории релейных устройств для координации научно-исследовательских работ в этой области. В компетенцию Комиссии входило и рассмотрение вопросов, связанных с организацией всесоюзных конференций и международных семинаров, формированием их программ. Более 10 лет при Комиссии работал Общесмоковский семинар по теории релейных устройств.

Наиболее плодотворной формой координации и руководства научно-исследовательскими работами по тематике Комиссии явились «Школы по теории дискретных устройств», которые были организованы Михаилом Александровичем (первая школа прошла в 1964 г.). Гавриловские школы проводятся и по сей день, им по праву присвоено его имя.

## ВЛАДИМИР ЛЕОНИДОВИЧ ЛОССИЕВСКИЙ



**28.01.1904 – 22.03.1974**

Владимир Леонидович Лоссиевский – крупный учёный в области автоматического регулирования и автоматизации производственных процессов, доктор технических наук, профессор, работал в Институте автоматики и телемеханики АН СССР (ныне – ИПУ РАН) с 1939 по 1968 г.

В.Л. Лоссиевский – автор более 50 научных трудов, в том числе семи книг, посвящённых вопросам теории расчёта и конструирования автоматических регуляторов, теории и практике автоматизации технологических процессов, применениям теории подобия к задачам моделирования автоматизируемых объектов.

В ИАТе В.Л. Лоссиевский был учёным секретарём (1944–1947), заместителем директора по научной части (1948–1951), заведующим Лабораторией автоматизации непрерывных производственных процессов № 10 (1954–1958), а с 1958 г. – заведующим лабораторией № 2 «Исполнительные автоматические устройства».

Особенностью многолетней научной деятельности В.Л. Лоссиевского была её теснейшая связь с практикой. Все его работы нашли применение в промышленности, в том числе на установках подземной газификации угля, при автоматизации патронного производства (1941–1943), при разработке системы комплексной автоматизации производства серной кислоты, при автоматизации процесса каталитического крекинга нефти, в процессе автоматизации различных спецобъектов и т.д.

Наряду с научной деятельностью профессор В.Л. Лоссиевский вёл большую педагогическую и научно-организационную работу в Московском механико-машиностроительном институте им. Баумана, в Академии оборонной промышленности (зав. кафедрой), во ВЗЭПИ (зав. кафедрой) и др.

**СЕМЁН ИСААКОВИЧ БЕРНШТЕЙН**

Семён Исаакович Бернштейн, доктор технических наук, профессор, работал в Институте со дня его основания в 1939 г. с вынужденным перерывом на время Великой Отечественной войны, когда он служил офицером в действующих частях Черноморского флота.

Заведовал лабораторией № 49 с 1968 по 1989 г.

С.И. Бернштейн – известный теоретик автоматического управления, которую он и развивал вместе со своими коллегами Я.З. Цыпкиным, М.А. Айзерманом, Н.С. Райбманом и другими крупными учёными, занимаясь такими её разделами, как частотные методы, устойчивость, повышение качества и т.п.

Научное направление возглавляемой им лаборатории длительное время было связано с закрытыми работами в области автоматизации корабельных и стационарных ядерных энергетических установок.

Под руководством С.И. Бернштейна были разработаны многие системы автоматического управления техническими средствами перспективных объектов транспортного типа и системы автоматизированного управления технологическими процессами. Особое значение имели работы, проводимые по Постановлениям ЦК КПСС и Совета министров СССР, в которых С.И. Бернштейн принимал участие в качестве научного руководителя по разработке систем управления в области комплексной автоматизации кораблей ВМФ. Внёс неоценимый вклад в решение сложнейших проблем управления ядерными энергетическими установками подводных лодок и атомных ледоколов. За эти исследования он был награждён орденом Трудового Красного Знамени.

С.И. Бернштейн долгие годы преподавал теорию систем управления в ведущих вузах страны. Он всемерно поддерживал молодых сотрудников, воспитал целую плеяду талантливых научных работников, подавая им пример честности и преданности науке.

Семён Исаакович был отзывчивым, доброжелательным и принципиальным человеком.



**1914 – 2000**

## НИКОЛАЙ НИКОЛАЕВИЧ ЛУЗИН



**09.12.1883 – 28.02.1950**

Николай Николаевич Лузин, создатель и глава Московской математической школы по теории функций, родился в г. Томске. Окончил томскую гимназию в 1901 г., Московский университет в 1908 г. В 1910 г. сдал магистерские экзамены и, прочитав две пробные лекции, получил звание приват-доцента Московского университета по кафедре чистой математики. В том же году был командирован в Гёттинген и Париж для усовершенствования в математических науках.

Возвратившись в университет в 1914 г., Н.Н. Лузин помимо основных курсов читал факультативные курсы лекций, из слушателей которых быстро образовался семинар. В 20-е гг. его участниками были впоследствии выдающиеся математики П.С. Александров, А.Н. Колмогоров, М.А. Лаврентьев, П.С. Новиков, А.Я. Хинчин, В.В. Степанов и др. Семинар Н.Н. Лузина стали называть Лузитанией, и из него в дальнейшем развилась известная Московская математическая школа.

В 1930 г. Н.Н. Лузин уходит из университета, поступает на работу в ЦАГИ, в 1935 г. возвращается в университет.

В 1936 г. он был обвинен в антисоветской деятельности и объявлен «врагом в советской маске». Инициатором травли величайшего математика России был Э. Кольман – чешский «интернационалист», бездарный математик, философ-марксист, в 1936 г. – заведующий Отделом науки Московского комитета ВКП(б) (впоследствии в «гневе» вышедший из КПСС и эмигрировавший в Швецию к дочери!). Кольмана активно поддержал, испросив на это личное разрешение Сталина, редактор «Правды» Л.З. Мехлис. В газете был опубликован ряд статей, содержащих абсурдные обвинения Н.Н. Лузина в преднамеренном нанесении вреда развитию математики в нашей стране.

В Академии наук работала Комиссия по «делу Лузина» под председательством вице-президента АН СССР академика Г.М. Кржижановского. Президиум АН СССР, поддержав все предъявленные учёному обвинения, неожиданно принял весьма мягкое решение (возможно, по указанию Сталина), предупредив, что при отсутствии перелома в дальнейшем поведении он будет исключён из академических рядов.

Тем не менее Н.Н. Лузин оказался без работы и средств к существованию.

В 1939 г. В.С. Кулебакин принял его на работу в Институт автоматики и телемеханики АН СССР, где выдающийся математик работал до последних дней жизни.

Н.Н. Лузину принадлежат основополагающие работы по метрической теории функций, теории функций комплексного переменного, работы в области дескриптивной теории множеств, математической логики, по распространению

общих концепций дескриптивной теории множеств на различные области математики.

Работы Н.Н. Лузина по матричной теории дифференциальных уравнений непосредственно связаны с теорией автоматического управления. Им показано, что необходимым и достаточным условием независимости решения системы дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами от произвольной аналитической функции в правой части этой системы являются условия компенсации Г.В. Щипанова. Николай Николаевич назвал их критерием абсолютной инвариантности и ввёл понятие «инвариантности с точностью до  $\epsilon$ ». В дальнейшем раздел общей теории управления, связанный с условиями Г.В. Щипанова, был назван теорией инвариантности.

Н.Н. Лузиным проведены также важные исследования, связанные с методами академика А.Н. Крылова по решению векового уравнения и академика С.А. Чаплыгина по приближённому интегрированию дифференциальных уравнений.

Труды Н.Н. Лузина по богатству содержания, глубокому анализу основных понятий математики, общности результатов, многообразию новых методов, изяществу изложения поставили его в ряд учёных, заслуженно пользующихся мировой известностью.

## ГЕОРГИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ ЩИПАНОВ



1903 – 1953

Георгий Владимирович Щипанов родился в г. Бугульме в семье акцизного чиновника. В 1910 г. семья переехала в Самару, где Г.В. Щипанов с 1910 по 1918 г. учился в гимназии.

В 1918 г. уходит добровольцем в Красную армию и служит до 1920 г., когда его демобилизовали как не достигшего восемнадцатилетнего возраста.

После демобилизации поступает на физико-математический факультет Самарского университета, а в 1922 г. переводится на физико-технический факультет Ленинградского политехнического института, который оканчивает в 1925 г.

После окончания института Георгий Владимирович работал на заводе «Авиаприбор», в Научно-испытательном институте Военно-воздушных сил, на заводе «Метрон». В 1933 г. был избран по конкурсу в МВТУ им. Н.Э. Баумана доцентом.

Свою первую работу Г.В. Щипанов опубликовал в 1925 г., затем вышел ряд работ по элементам авиационных приборов. В 1936 г. он опубликовал книгу «Теория и расчёт авиационных приборов», за которую ему была присуждена учёная степень кандидата технических наук. В 1938 г. Г.В. Щипанову присвоено звание профессора и В.С. Кулебакин приглашает его на работу в Комитет телемеханики и автоматики АН СССР, на базе которого в следующем году был создан Институт автоматики и телемеханики АН СССР. Г.В. Щипанов возглавил Лабораторию автоматического регулирования.

В 1939 г. Георгий Владимирович публикует в журнале «Автоматика и телемеханика» работу, в которой фактически впервые в мире была поставлена задача синтеза регулятора из «условия компенсации» внешних возмущений. Эта работа положила начало теории инвариантности и вызвала широкую и жестокую (именно жестокую) дискуссию. Постановлением Президиума АН СССР была создана Комиссия по оценке работы Г.В. Щипанова под председательством академика О.Ю. Шмидта, которая признала, что условия Г.В. Щипанова приводят к абсурдным выводам и не соответствуют реально осуществимым регуляторам. Выводы Комиссии содержали особое мнение В.С. Кулебакина и Н.Н. Лузина, считавших, что необходимы дальнейшие исследования по «условиям компенсации». В результате Г.В. Щипанова уволили из Института, а все работы по теории инвариантности были прекращены.

Во время Великой Отечественной войны Г.В. Щипанов работает консультантом в ряде научных учреждений, участвует в организации факультета приборостроения Московского авиационного института и назначается его деканом. Тогда же он создаёт кафедру «Автоматическое управление и стабилизация самолётов». За работу в годы Великой Отечественной войны Г.В. Щипанов награждён орденом Красной Звезды.

В конце 1949 г. Г.В. Щипанов в связи с тяжёлой болезнью оставляет работу в Московском авиационном институте.

## НИКОЛАЙ НИКОЛАЕВИЧ ШУМИЛОВСКИЙ

Окончив в 1929 г. Ленинградский политехнический институт, Николай Николаевич Шумиловский работал на многих заводах страны: им. Кулакова, «Электроприбор» в Ленинграде, теплового контроля ВОТИ в Москве.

В 1938 г. Николай Николаевич приходит на работу в Комиссию по телемеханике и автоматике, уже преобразующуюся в Институт автоматики и телемеханики АН СССР. За короткий срок, проявив глубокую научную эрудицию и организаторские способности, Николай Николаевич становится в ИАТе с 1940 г. заведующим Лабораторией автоматического контроля, потом руководит Лабораторией элементов и Лабораторией комплексной автоматизации непрерывных производственных процессов и, наконец, Лабораторией радиоактивных изотопов.

С 1950 г. он был руководителем Отдела комплексной автоматизации производственных процессов, из которого впоследствии выделяются ряд самостоятельных лабораторий. В то время он ненадолго возглавил Институт автоматики и телемеханики АН СССР.

Н.Н. Шумиловский был пионером отечественной науки в развитии автоматизации непрерывных производственных процессов в химической, нефтяной, газовой промышленности. По его инициативе в ИАТе впервые была организована комплексная бригада с привлечением институтов химической промышленности Москвы, Ленинграда, Свердловска и других городов, он руководил работами по автоматизации сернокислотного производства. С развитием ядерной физики Н.Н. Шумиловский уделяет всё большее внимание применению радиоактивных изотопов в измерительной технике, что вылилось в создание в Институте автоматики и телемеханики специальной лаборатории по применению радиоактивных изотопов для автоматизации различных технологических процессов и создание при Отделении технических наук АН СССР Научного совета «Научные основы автоматических измерительных устройств с использованием радиоактивных изотопов и ядерных излучений».

Научную деятельность Николай Николаевич всегда совмещал с педагогической работой по подготовке инженерных и научных кадров, которая началась в 1928 г. в Ленинградском политехническом институте и продолжалась на протяжении всей жизни в ряде ведущих институтов страны: Московском электротехническом институте связи, Московском авиационном институте, Московском энергетическом институте, Львовском политехническом институте, Институте автоматики АН Киргизской ССР и др.



09.05.1897 – 28.06.1967

Им подготовлено целое поколение советских учёных – докторов и кандидатов наук, творчески продолжающих его дело. Сегодня некоторые из них – академики и члены-корреспонденты академий ряда стран СНГ.

Не менее успешно Н.Н. Шумиловский работал на поприще организации советской науки. Как уже отмечено, в ИАТе им был создан Отдел комплексной автоматизации производственных процессов. Позже под его руководством был организован ряд институтов в союзных республиках: Львовский филиал Института автоматизации и телемеханики АН СССР, преобразованный затем в Институт машиноведения и автоматизации АН УССР; Институт автоматизации АН Киргизской ССР, который уже в 60-е гг. стал крупным научным центром Средней Азии. Его первым директором был Н.Н. Шумиловский. За свою плодотворную деятельность Николай Николаевич избран в 1960 г. академиком АН Киргизской ССР. По его инициативе и при непосредственном участии были организованы кафедры по автоматике и телемеханике в ряде учебных институтов страны, в том числе в Львовском политехническом институте и Фрунзенском политехническом институте.

Николай Николаевич был организатором многих всесоюзных совещаний, в том числе по применению радиоизотопов в измерительной технике, принимал деятельное участие в комиссиях по приборостроению и измерительной технике.

В 60-е гг. Николай Николаевич возглавлял Научный совет по проблемам электрических измерений и измерительных информационных систем при Отделении механики и процессов управления АН СССР. Одновременно он был заместителем председателя Комиссии по автоматизации научных исследований морей и океанов, созданной Президиумом Академии наук СССР.

Впрочем, современникам Н.Н. Шумиловский запомнился не только как крупный учёный и организатор науки. Знавшие Николая Николаевича лично рассказывали о том, что он был на редкость заботливым воспитателем и отзывчивым человеком.

## БОРИС ЯКОВЛЕВИЧ КОГАН

Доктор технических наук, профессор, лауреат Государственной премии СССР Борис Яковлевич Коган – один из первых создателей и исследователей в СССР аналоговых и гибридных вычислительных машин и систем, основатель Лаборатории моделирования систем управления Института автоматизации и телемеханики АН СССР (лаб. № 10).

Б.Я. Коган родился в 1914 г. В Институт пришёл в 1940 г., пройдя путь от аспиранта до заведующего лабораторией (с 1959 по 1982 г.). В 1962 г. защитил докторскую диссертацию, в 1964 г. ему присвоено звание профессора. С 1987 г. и до конца жизни был профессором кафедры вычислительной и биомедицинской техники Калифорнийского университета г. Лос-Анджелес (UCLA), США.



1914 – 2012

Под руководством Б.Я. Когана была создана серия аналоговых вычислительных машин типа ЭМУ и два типа оригинальных гибридных (аналого-цифровых) вычислительных систем (ГВС): ГВС-100 (совместно с сербским Институтом им. Пупина) и «Русалка», первая в СССР высокопроизводительная ГВС иерархической структуры с оригинальным математическим обеспечением. Принципы, предложенные Б.Я. Коганом, и разработанная им теория легли в основу аналоговых и гибридных вычислительных машин, выпускавшихся отечественной промышленностью.

Борис Яковлевич и его сотрудники разработали теорию и методы математического моделирования с применением аналоговых и гибридных вычислительных систем для исследования сложных динамических систем, в первую очередь, систем управления. Эти работы получили отражение в журнальных статьях и трудах отечественных и зарубежных конференций и в монографии Б.Я. Когана «Аналоговые вычислительные машины и методы их применения», переведённой в Польше, Венгрии, Китае, Румынии и США.

ГВС-100 и ГВС «Русалка» использовались при моделировании систем управления сложными объектами и процессами. В частности, под руководством Б.Я. Когана с помощью этих вычислительных средств сотрудникам лаборатории Ф.Б. Гулько и А.А. Петрову впервые в мире (1972) удалось обнаружить существование спиральных волн в модели сердечной мышцы (позднее подтверждённое физиологическими экспериментами), а В.С. Зыкову – создать кинематическую теорию стационарных спиральных волн.

В 1987 г. Б.Я. Коган предложил для моделирования процессов в возбудимых средах (нелинейных распределённых динамических системах специального типа) использовать высокопроизводительные параллельные цифровые машины и разработал соответствующие алгоритмы. В дальнейшем Борисом Яковлевичем вместе с его аспирантами из UCLA был получен ряд новых научных результатов в области моделирования электрофизиологических процессов в сердце, опубликованных в 25

статьях в ведущих научно-технических журналах и докладывавшихся на многочисленных международных конференциях, в том числе в Санкт-Петербурге, США (1997). Незадолго до смерти им был начат цикл работ по созданию трёхмерной математической модели сердечной мышцы, а также по исследованию влияния статистических свойств проводимости каналов сердечной клетки на процессы распространения возбуждения в сердечной ткани.

Б.Я. Коган более 20 лет был профессором Московского физико-технического института и ещё 25 лет – профессором UCLA. За это время им разработан и прочитан ряд оригинальных курсов для студентов старших курсов и аспирантов, в том числе по методам машинного моделирования динамических систем и вычислительной кардиологии. Многие годы он был членом редколлегии журнала «Автоматика и телемеханика», председателем Совета ИПУ по вычислительной технике и техническим средствам автоматики, руководителем регулярных Всесоюзных конференций по теории и методам математического моделирования. Он является автором более 180 печатных работ и изобретений. Под его руководством защищено 40 кандидатских диссертаций (четыре – в США). Многие его ученики стали докторами наук, некоторые – членами различных академий.

Последней научной наградой Бориса Яковлевича Когана стал вручённый ему в UCLA в 2008 г. диплом за лучшую научную работу, представленную на Всемирном конгрессе по техническим и вычислительным системам (*The World Congress on Engineering and Computer Science*). Работа была посвящена моделированию опасных и сложных процессов распространения возбуждений по сердечной мышце и выполнена в соавторстве с Ричардом Самедом. Первому автору этого исследования было «всего» 94 года!

## МАРК АРОНОВИЧ АЙЗЕРМАН

В 2003 г. научная общественность отметила 90-летие со дня рождения известного российского учёного и педагога, одного из идеологов Института проблем управления, заслуженного деятеля науки и техники, лауреата Ленинской премии, доктора технических наук, профессора Марка Ароновича Айзермана.

М.А. Айзерман ещё при жизни стал классиком науки об управлении, заложившим основы многих её глав. Удивительно многообразие проблем, над которыми он работал, – от абстрактных вопросов теории устойчивости до чисто инженерных проблем конструирования пневматических приборов и медицинских проблем типа лечения болезни Паркинсона. Его вклад в самые различные области науки: теорию автоматического регулирования, теорию распознавания образов, теорию принятия решений – является основополагающим.

В жизни Марка Ароновича отразился практически весь XX век с его взлётом научной мысли, техническим прогрессом, духовной, научной и культурной жизнью.

Будучи студентом МВТУ им. Н.Э. Баумана, Марк Айзерман поступил на работу в НАТИ и активно включился в научные исследования. Именно там проявился его талант творца и организатора науки. В предвоенные годы в жизнь Айзермана вошли замечательные учителя – академик Н.Н. Лузин, профессор Г.В. Щипанов, академик А.А. Андронов. Эти учёные не просто руководили научной работой своих учеников, они вели по жизни, шлифуя их талант. Они учили каждый день – своими делами, поступками, жизнью. И Марк Аронович очень ценил их доверие и дружбу, делая всё, чтобы помочь этим выдающимся учёным в самые трудные моменты их жизни, которых было немало.

К началу войны Айзерман был уже в докторантуре ИАТа и имел «бронь» – освобождение от службы в действующей армии, однако, не сказав об этом ни слова, ушёл добровольцем на фронт. Как вспоминал Марк Аронович, он оказался там в один из самых трудных периодов войны и прошёл с танковой частью весь путь отступления вплоть до Харькова. После тяжелейших танковых боёв под Харьковом практически разбитую часть отправили на переформирование в Сибирь, и инженер-капитан Айзерман был назначен руководителем исследовательского подразделения на научно-испытательный полигон, расположенный в подмосковной Кубинке.

В конце войны по ходатайству директора ИАТа члена-корреспондента АН СССР генерал-майора В.И. Коваленкова Марка Ароновича восстановили в докторантуре. К этому времени его научным руководителем, учителем был академик А.А. Андронов, с которым М.А. Айзерман навсегда связал свою очень непростую судьбу.



24.05.1913 – 08.05.1992

В 1946 г. в его жизнь входит понятие «Лаборатория». Именно так, с большой буквы, он осознавал это слово и дело. Лаборатория – его любовь, слава, ответственность за «всё и вся» в ней, включая судьбы сотрудников и то, что все называли «климатом Лаборатории». В разное время она имела разные номера и названия (последние 35 лет это была лаб. № 25). Через неё прошло множество талантливых учёных, несколько из которых возглавили новые лаборатории Института, возникшие на её базе (нынешние лаб. № 11, 16, 55), и вспоминают то время с глубокой благодарностью.

Марк Аронович обладал совершенно особым талантом – он органически не мог и не считал правильным для учёного длительное время работать в одной и той же области. С его точки зрения, истинный учёный – всегда «разведчик», первопроходец, открыватель новых направлений и горизонтов в науке. Так, на протяжении жизни Марк Аронович занимался теорией регулирования двигателей, теорией механизмов поворота танков, теорией устойчивости, теорией автоматического регулирования, теорией конечных автоматов, пневматикой и пневмоникой, бионикой, теорией распознавания образов, общей теорией выбора, теорией голосования и др. В каждом научном направлении Айзерману и его сотрудникам принадлежат основополагающие труды, в каждом он за несколько лет успевал поднять уровень в исследуемой области знаний и в отечественной, и в мировой науке.

Активная международная деятельность М.А. Айзермана способствовала становлению международного авторитета Института как одного из крупнейших научных центров.

М.А. Айзерман был выдающимся педагогом и лектором. Где бы ни проходили лекции Айзермана – в научных центрах Советского Союза, в мэрии Неаполя, в Пекинском университете, – всюду залы были переполнены, а неугасающий интерес слушателей превращал эти лекции в многочасовые дискуссии. Он долгие годы возглавлял кафедру теоретической механики в МФТИ, принимал активное участие в становлении и работе базовой кафедры МФТИ в Институте проблем управления.

## ВАДИМ АЛЕКСАНДРОВИЧ ТРАПЕЗНИКОВ

Корни Вадима Александровича Трапезникова – из старой дворянской фамилии. Отец его был научным работником, мать – врачом.

Учёбу Вадим Александрович начал в московской гимназии № 1, но революция и Гражданская война изменили всё. Чтобы продолжить образование после революции при «неправильном» (дворянском) происхождении, требовалось обзавестись пролетарской биографией. Поэтому с 13 лет он уже работает: лаборантом, нивелировщиком, метеорологом. Одновременно учится и в 1921 г. оканчивает трудовую школу. В том же году поступает в МГУ, в 1923 г. переводится в МВТУ на электромеханический факультет, который и оканчивает в 1928 г. Дипломная работа Трапезникова называлась «Электрическое освещение поездов».



**28.11.1905 – 15.08.1994**

С 1928 по 1933 г. Вадим Александрович работает во Всесоюзном электротехническом институте (ВЭИ). Уже в 1929 г. публикует свою первую работу «Исследование машины Розенберга». Главным направлением научной деятельности в ВЭИ стали поиски оптимальных параметров самой массовой продукции электротехнической промышленности – асинхронных двигателей. С 1930 по 1946 г. Трапезников публикует по этой проблеме 42 статьи. В 1937 г. выходит его монография «Основы проектирования серий асинхронных машин». С 1934 по 1937 г. Вадим Александрович – член Экспертного совета по всесоюзным сериям электрических машин. За пять лет он прошёл путь от техника до начальника отдела ВЭИ.

В это же время он увлекается автоматикой. Сложилось так, что до 50-х гг. практически все специалисты автоматике были по образованию электротехниками. В то время особенно интенсивно развивалась электрическая ветвь средств автоматизации, и ВЭИ стал ведущим научным центром развития автоматике.

В 1933 г. В.А. Трапезников переходит в «Оргэнерго» бригадным инженером, а к 1938 г. становится главным инженером мастерских автоматике. В 1936 г. он получает первое авторское свидетельство № 48911 «Устройство для автоматического регулирования температуры, давления и других величин».

В 1938 г. его приглашают на должность начальника лаборатории автоматике ЦНИИ хлопчатобумажной промышленности.

С 1930 г. он ведёт преподавательскую работу, сначала ассистентом, а затем преподавателем и профессором Московского энергетического института (МЭИ). В начале 1938 г. ему без защиты присуждается в МЭИ учёная степень кандидата технических наук, а в конце того же года он защищает докторскую диссертацию «Основы разнополюсного проектирования асинхронных машин».

Наконец, 5 июля 1941 г. Вадим Александрович переходит в Институт автоматике и телемеханики на должность старшего научного сотрудника. Вскоре он создаёт новую лабораторию технических средств автоматике. Наиболее известны на-

шедшие применение в оборонной промышленности автоматы для развески сыпучих тел (разного рода порохов) и контроля изделий массового производства.

В 1947 г. совместно с группой сотрудников Трапезников издаёт в «Оборонгизе» книгу «Автоматический контроль размеров».

В 1951 г. В.А. Трапезникова назначают директором Института автоматики и телемеханики. В том же году он получает совместно с Б.Я. Коганом Государственную (тогда Сталинскую) премию за создание и внедрение аналоговых электронных моделирующих устройств (ЭМУ).

В 1953 г. его избирают членом-корреспондентом, а в 1960 г. – действительным членом Академии наук СССР.

В течение тринадцати лет, с 1965 по 1978 г., он, не покидая поста директора Института, работает первым заместителем председателя Государственного комитета по науке и технике (ГКНТ).

В 1965 г. ему присвоено звание Героя Социалистического Труда. В 1981 г. за научное руководство работами по автоматизации первой в стране атомной подводной лодки-истребителя (Проект 705) ему присуждают Ленинскую премию.

Работы Трапезникова отмечались правительственными наградами. Свой первый орден (Трудового Красного Знамени) он получил в 1949 г.

В 1987 г., в возрасте 82 лет, он уходит с поста директора Института и несколько месяцев работает главным научным сотрудником в лаб. № 5. Вскоре В.А. Трапезникова утверждают почётным директором Института, которым он и остаётся до последнего дня своей жизни.

В.А. Трапезникову удалось своевременно осознать серьёзную «смену вех», происходившую с начала 50-х в идеологии автоматизации. Став директором Института, он организует ряд новых лабораторий во главе с В.Л. Лоссиевским, Н.Н. Шумиловским, Д.И. Агейкиным, М.А. Айзерманом, А.Я. Лернером, А.М. Лётовым, Я.З. Цыпкиным, В.С. Пугачёвым.

В 60–80-е гг. Вадим Александрович был ещё и очень острым по тем временам, критически настроенным патриотом-публицистом, который с болью говорил о проводимой в стране научно-технической политике и вносил предложения по её совершенствованию.

Даже пребывание В.А. Трапезникова на посту заместителя председателя Государственного комитета СССР по науке и технике не мешало ему заниматься главным делом его жизни – управлением Институтотом автоматики и телемеханики.

Без сомнения, Вадима Александровича можно отнести к категории авторитарных руководителей. При всей своей привлекательности идея либерального руководства при полном соблюдении всех постулированных законами нормативов и правил – по принципу самоорганизации, – по мнению Трапезникова, в нашей стране не работала, или работала очень плохо. Конечно, необходимы и законы, и нормативные положения, но одного факта их существования явно недостаточно, и опытному руководителю необходимо и не бояться принимать волевые решения.

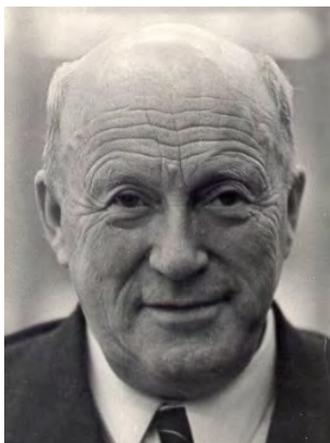
Впрочем, при всей своей жёсткости Вадим Александрович всегда прислушивался к советам общественности, интересовался мнениями авторитетных учёных.

Проведя на посту директора Института 36 лет, Вадим Александрович в огромной степени поспособствовал тому, чтобы, умножая усилия своих предшественников, создать и поддерживать в Институте особенный нравственный климат – то, что сегодня называют «духом ИАТа». Именно поэтому даже на заседаниях Учёного совета серьёзные, порой нелюбимые обсуждения научных проблем неожиданно переходили в сцены всеобщего веселья: остроумных людей в ИАТе всегда любили. Ветераны вспомнят яркие шутки Д.И. Агейкина, А.М. Лётова, А.М. Петровского, Б.С. Сотскова, Я.З. Цыпкина и многих других. Доброжелательная сдержанность Трапезникова на заседаниях Учёного совета превращала их в праздники общения.

Именно благодаря этой поощряемой Вадимом Александровичем атмосфере в 70–80-е гг. в Институте сложился коллектив «гусар» – авторов и исполнителей замечательных новогодних капустников, в которых почти без цензуры обсуждались острые проблемы жизни Института и страны. Стоило Л.И. Брежневу произнести в Кремле свою знаменитую фразу: «Экономика должна быть экономной», как через месяц на сцене Большого конференц-зала появился под конвоем гусар, у которого на шее висела табличка «Наука должна быть научной». А празднуя 80-летие Трапезникова, они же пели Вадиму Александровичу (и ещё семистам забившим Большой конференц-зал иатовцам):

Юбиляр, юбиляр, улыбнитесь,  
Ведь улыбка – это Трап корабля.  
Юбиляр, юбиляр, оглянитесь:  
Вам, как прежде, покоряются моря.

## БОРИС СТЕПАНОВИЧ СОТСКОВ



**21.05.1908 – 05.11.1972**

Член-корреспондент АН СССР, заместитель академика-секретаря Отделения механики и процессов управления АН СССР, член президиума Национального комитета СССР по автоматическому управлению, председатель комитета по компонентам Международной федерации по автоматическому управлению (IFAC), Борис Степанович Сотсков – крупнейший учёный, педагог и организатор науки. Он создал отечественную научную школу по теории и проектированию элементов автоматических и телемеханических устройств, надёжности элементов и устройств автоматики и вычислительной техники.

Борис Степанович родился в Царском Селе под Санкт-Петербургом. По окончании школы-девятилетки работал электромонтёром. Спустя некоторое время окончил спецкурсы и получил звание

механика АТС. В 1927 г. его принимают в Ленинградский электротехнический институт, откуда по спецнабору переводят в Военно-техническую академию РККА. Академию он окончил в 1931 г., а в 1932 г. Сотскова направляют во вновь организованную Военную электротехническую академию РККА, где он работает начальником лаборатории, затем старшим преподавателем. В 1935 г. Б.С. Сотсков становится кандидатом технических наук, доцентом и назначается начальником кафедры электроавтоматики.

После демобилизации в 1938 г. Борис Степанович работает в Ленинградском политехническом институте. С начала Великой Отечественной войны он переключается на научно-исследовательскую и прикладную тематику в области оборонной техники, вплотную занимается жизненно важными для обороны Ленинграда вопросами.

В 1942 г. его переводят в Институт автоматики и телемеханики, где он возглавил созданную решением Президиума АН СССР лабораторию № 5 по борьбе с неконтактным минно-торпедным оружием противника.

В послевоенный период Б.С. Сотсков руководит лабораторией и отделом элементов автоматики и телемеханики, а с 1943 по 1945 г. и с 1951 по 1960 г. является ещё и заместителем директора ИАТа по научной работе. В 1954 г. защищает докторскую диссертацию, в 1955 г. получает звание профессора. В 1960 г. избирается членом-корреспондентом АН СССР. В 1968 г. Б.С. Сотсков возглавил созданный по его инициативе при Президиуме АН СССР координирующий научный центр по проблемам измерений и прикладной метрологии, который заложил основы многих важнейших разделов современной науки об измерениях и управлении (в том числе бионики).

Научную и научно-организационную работу Борис Степанович успешно сочетал с педагогической работой. Он заведовал кафедрой вычислительной техники в МАИ, преподавал в МВТУ им. Н.Э. Баумана, ВЗЭИ и др. Под его руководством было защищено большое число кандидатских и докторских диссертаций.

Его основные труды: «Основы расчёта и проектирования электромеханических элементов автоматических и телемеханических устройств» (1953, переиздавалась дважды и переведена на многие языки); «Основы теории и расчёта надёжности элементов и устройств автоматики и вычислительной техники» (1970) и «Элементы и устройства систем управления» (1981).

Б.С. Сотсков принимал активное участие в работах, проводившихся Минприбором СССР, являясь членом НТС Минприбора и непосредственно влияя на его научно-техническую политику. При его активном участии в качестве председателя секции унифицированных средств автоматизации НТС Минприбора разрабатывались основные положения по выбору информационных, энергетических и конструктивных параметров, классификационное деление технических средств, определялись формы конструктивной реализации. Он занимался выбором и обеспечением рациональных направлений развития приборостроения и технических средств автоматизации (средств преобразования естественных измеряемых величин, средств переработки и представления информации, воздействия на объекты управления и др.). Изучал вопросы построения модульных и блочных структур, комплексные вопросы проектирования и производства изделий ГСП.

Под его руководством был создан первый полный свод (кадастр) явлений и эффектов, на которых базируются или которые могут составить основу вновь создаваемых элементов и преобразователей. Этот кадастр позволил по-новому взглянуть на всю проблему построения технических средств.

Работы в области надёжности технических средств были начаты по инициативе и под непосредственным руководством Б.С. Сотскова в конце 50-х гг. и особое развитие получили при выполнении ответственных оборонных заказов.

Основными направлениями являлись разработка методов оценки надёжности мелкосерийных, уникальных и высоконадёжных изделий. В дальнейшем, с 1971 г., Институт стал головной организацией по надёжности в системе Минприбора СССР. Ему была поручена координация научных исследований по надёжности, проводимых во всех головных организациях основных подотраслей. В течение многих лет был собран и обработан значительный статистический материал по показателям безотказности технических средств автоматики различного типа. В результате были выпущены ряд справочников и руководящие материалы для оценки безотказности устройств, приборов и систем.

Особое внимание уделялось развитию так называемой «физики отказов». Этот исследовательский цикл стал естественным продолжением работ лаборатории по изучению физических процессов, приводящих к отказам электроконтактных элементов. Фактически именно это было одной из основных исследовательских тем лаборатории Б.С. Сотскова со дня её создания. По электрическим контактам было проведено 5 всесоюзных и международных совещаний. В дальнейшем лаборатория организовала 4 всесоюзных совещания по «физике отказов», где были рассмотрены основные физико-химические процессы, приводящие к отказам практически всех видов технических средств.

По инициативе Б.С. Сотскова были начаты работы по бесконтактным логическим элементам, удалось создать теорию и выработать принципы построения про-

мысленных логических элементов различного принципа действия. Это был серьёзный вклад в развитие методов анализа и синтеза логических цепей и теорию конечных автоматов.

Впервые в СССР были разработаны и внедрены в массовое производство серии общепромышленных магнитно-полупроводниковых элементов ЭЛМ-50 и ЭЛМ-400, транзисторных логических и функциональных элементов – «Логика Т».

Большое внимание Б.С. Сотсков уделял международному сотрудничеству. Так, в рамках Комитета СЭВ по научно-техническому сотрудничеству осуществлялась координация работ по проблеме 1-15 «Развитие теории автоматического управления». Был организован ряд международных совещаний по проблеме в целом, а также по отдельным направлениям, в частности по такой теме, как «Изыскание новых принципов построения технических средств» и по надёжности. На этих совещаниях подводились итоги, определялись перспективные направления дальнейших исследований и разрабатывались конкретные планы для каждой из организаций-участниц. Основные результаты публиковались в специальных сборниках докладов и в научно-технических журналах («Уникальные приборы», «Приборы и системы управления» и др.).

Борис Степанович возглавлял комитет IFAC по компонентам.

Он одним из первых обратил внимание на использование секретов природы в технике и стоял у истоков бионики. Вместе с академиками В.В. Париным и А.И. Бергом им были организованы и проведены первые всесоюзные совещания по бионике, позволившие объединить работы биологов, математиков и техников.

Борис Степанович легко сходилась с людьми. Он не любил и не умел говорить «нет». В его кабинете постоянно толпились люди. И всем, кто к нему обращался за советом или поддержкой, он в меру своих сил и возможностей старался помочь.

## БОРИС НИКОЛАЕВИЧ ПЕТРОВ

Борис Николаевич Петров родился в г. Смоленске. Отец его был бухгалтером, мать – врачом. Она погибла в 1919 г., заразившись сыпным тифом в самоотверженной борьбе с эпидемией. Отец умер в 1929 г. Борис Николаевич в 1930 г. окончил школу, переехал в Москву и поступил в ФЗУ при станко-строительном заводе им. С. Орджоникидзе. Проработав год токарем, он в 1933 г. стал студентом Московского энергетического института, который окончил с отличием в 1939 г. Талантливого студента высоко оценил руководитель его дипломного проекта академик В.С. Кулебакин и рекомендовал направить Б.Н. Петрова на работу в Комитет телемеханики и автоматики АН СССР, преобразованный позднее в Институт автоматики и телемеханики (ИАТ), в котором Борис Николаевич проработал до последних дней своей жизни. В нелёгкие годы становления ИАТа, с 1947 по 1951 г., он возглавлял Институт.



**11.03.1913 – 23.08.1980**

В 1945 г. Б.Н. Петров представил в Учёный совет Института диссертацию, за которую ему была присуждена учёная степень доктора технических наук, минуя степень кандидата. Академик Н.Н. Лузин охарактеризовал эту работу как выдающуюся. Вся дальнейшая деятельность Б.Н. Петрова в области теории управления отличалась новизной проблем, глубиной исследований, выдающимися результатами, смелостью суждений. Спектр его научных интересов был очень широк. Им был создан метод структурных преобразований схем автоматических систем и разработан адекватный математический аппарат – алгебра структурных преобразований. Глубокие исследования проведены в области методов интегрирования нелинейных дифференциальных уравнений («феномен Петрова»). Им были установлены границы применимости метода академика С.А. Чаплыгина.

Б.Н. Петров является одним из основоположников теории инвариантности систем управления. Он сформулировал критерий физической реализуемости условий инвариантности, известный как принцип двухканальности Петрова.

Многогранные исследования в области теории инвариантности привели к созданию новых принципов и структур различных типов комбинированных систем.

Осуществив научную и гражданскую реабилитацию профессора Г.В. Щипанова, который подвергся в 1939–1940 гг. уничтожающей критике за статью по инвариантности, Борис Николаевич проявил себя как смелый человек и выдающийся учёный.

Борис Николаевич отличался энциклопедичностью знаний и интересов. Активно работая в области общей теории автоматического управления, он всегда выбирал для изучения и развития самые актуальные задачи.

На протяжении 50–60-х гг. Б.Н. Петров поставил и провёл широкие исследования в области теории и практики нелинейных сервомеханизмов. Он и группа его учеников развили методы расчёта и исследования сервомеханизмов и передали результаты специализированным КБ для последующего применения.

С 1955 г. под руководством Б.Н. Петрова развивались методы построения нелинейных систем управления с переменной структурой, были развиты методы синтеза и анализа систем этого класса.

В 1957 г. Борис Николаевич возглавил работы по теории, проектированию и созданию беспереходных самонастраивающихся систем (адаптивных систем с моделью). Под его руководством и при непосредственном участии впервые в СССР были разработаны и созданы адаптивные системы управления для нескольких классов ракет главного конструктора И.С. Селезнёва. Дальнейшим развитием теории адаптивных систем явилась разработка Б.Н. Петровым и его учениками нового перспективного направления – теории координатно-параметрического управления.

Широко известны работы Б.Н. Петрова по исследованию нестационарных и многосвязных систем, работы в области теории чувствительности и синтеза алгоритмов управления как обратной задачи динамики.

Всю свою творческую жизнь учёного и инженера Б.Н. Петров уделял пристальное внимание проблемам управления двигательными установками баллистических ракет.

В 50-х гг. Б.Н. Петров начал работать с академиком С.П. Королёвым, выполняя исследования и разрабатывая системы регулирования для первой межконтинентальной баллистической ракеты Р-7. Часто Б.Н. Петров бывал участником-консультантом на заседаниях знаменитого Совета главных конструкторов, возглавляемого С.П. Королёвым. Первые конструктивные результаты в исследовании динамики жидкостных ракетных двигателей (ЖРД) и его электронном аналоговом моделировании были получены Борисом Николаевичем с сотрудниками в 1950–1951 гг.

В 1954 г. ИАТу Постановлением Правительства было поручено возглавить исследования в части управления двигательной установкой разрабатываемой С.П. Королёвым межконтинентальной ракеты. Б.Н. Петров взял на себя ответственность за идеологию создания принципиально новых терминальных систем управления расходом топлива ЖРД, которые существенно повышали энергетику ракеты за счёт резкого сокращения гарантийных запасов топлива. Он был научным руководителем и одним из основных участников разработки теории, принципов построения и алгоритмов управления указанным классом систем для всех крупных жидкостных ракет, начиная с королёвской Р-7, и всех последующих крупных боевых ракет и ракет-носителей космических аппаратов.

Много сил вложил Б.Н. Петров в создание основных блоков терминальных систем: бортовых измерителей уровня компонентов топлива, бортового прецизионного датчика давления в камере сгорания ЖРД, дросселей системы опорожнения баков и системы регулирования соотношения компонентов топлива и сервомеханизмов этих систем.

Существенный научный вклад внёс Б.Н. Петров в создание систем предварительного успокоения гравитационно стабилизированных спутников Земли, систем управления спутников связи и непосредственного телевидения на геостационар-

ной орбите, в создание ряда многоместных пилотируемых кораблей-спутников, проведение их запусков, осуществление первого в мире выхода человека в космос, в разработку автоматических станций, вывод на окололунную орбиту первого в мире искусственного спутника Луны.

Первый председатель Совета «Интеркосмос» при АН СССР, Б.Н. Петров активно участвовал в организации международных космических программ, в частности проекта «Союз-Аполлон», над которым работали коллективы учёных, инженеров, конструкторов СССР и США. Борис Николаевич внёс огромный личный вклад в решение многочисленных организационных, научных и технических проблем, связанных с этим проектом.

Всю свою творческую жизнь Б.Н. Петров работал в тесном контакте с ведущими деятелями нашей ракетно-космической науки и техники – С.П. Королёвым, В.П. Глушко, М.К. Янгелем, В.Н. Челомеем, В.Ф. Уткиным, М.Ф. Решетнёвым, В.П. Мишиным, Н.А. Пилюгиным и другими первопроходцами нашего ракетостроения. Он по праву вошёл в когорту основоположников отечественной космонавтики. Борис Николаевич участвовал в большинстве пусков в Капустинском Яре и на Байконуре в период становления и первых работ С.П. Королёва по освоению космического пространства. Неоднократно участвовал в работе Государственной комиссии по пускам. Многолетний творческий контакт связывал Бориса Николаевича с Мстиславом Всеволодовичем Келдышем. При разработке отечественной многоцветной космической системы Б.Н. Петров участвовал в формировании облика корабля «Буран».

Б.Н. Петровым написано около 200 публицистических и научно-популярных статей по крупным проблемам, связанным с развитием автоматики, вычислительной техники, автоматизации эксперимента, программного управления космическими исследованиями. Он поддерживал всё новое и перспективное в науке, отмечал важность развития математической или абстрактной теории систем, которая, как он говорил, раздвигает горизонты науки об управлении.

В 1953 г. Б.Н. Петров был избран членом-корреспондентом АН СССР, в 1960 г. – академиком.

Борис Николаевич был не только крупным учёным, но и выдающимся организатором науки. С 1963 г. он – бессменный академик-секретарь Отделения механики и процессов управления АН СССР, в 1979 г. его избрали вице-президентом Академии наук СССР. Многие годы Б.Н. Петров был главным редактором журнала «Известия АН СССР. Техническая кибернетика» (ныне «Известия Академии наук. Теория и системы управления») и членом редколлегий многих других журналов.

Борис Николаевич был талантливым педагогом, начав свою деятельность в Московском авиационном институте им. С. Орджоникидзе в 1944 г. на кафедре «Автоматическое управление и стабилизация самолётов», которую возглавлял с 1950 г. до последних дней жизни, преобразовав её в кафедру «Системы автоматического управления летательными аппаратами». Лекции Бориса Николаевича всегда пользовались успехом у студентов. Благодаря его постоянной и кропотливой работе на ка-

фадре сложился высококвалифицированный научно-педагогический коллектив, её учебный план стал образцом для многих вузов страны.

Под руководством Б.Н. Петрова выросли крупные коллективы специалистов. Созданная им научная школа успешно развивает актуальные проблемы современной теории управления. Его ученики избраны в Российскую академию наук, многие стали известными учёными и инженерами, возглавляют кафедры, различные научные и промышленные организации.

Б.Н. Петрову было присвоено звание Героя Социалистического Труда, он был награждён пятью орденами Ленина, орденами Октябрьской Революции, Трудового Красного Знамени, Красной Звезды, удостоен Ленинской и Государственных премий СССР.

Его деятельность нашла широкое международное признание. Он был действительным членом Международной академии астронавтики, иностранным членом Чехословацкой, Венгерской, Болгарской и Польской академий наук, удостоен ряда иностранных орденов, золотой медали Национального центра космических исследований Франции.

В августе 1980 г. безвременная смерть унесла Б.Н. Петрова, полного творческих сил.

В ноябре 1980 г. вышло Постановление Правительства об увековечении памяти Б.Н. Петрова. Президиум АН СССР учредил Золотую медаль им. Б.Н. Петрова (с 1993 г. – премия), присуждаемую за выдающиеся работы в области теории и систем автоматического управления, а также в области экспериментальных исследований по освоению космического пространства. Одна из площадей Москвы названа именем академика Б.Н. Петрова и одному из научно-исследовательских кораблей Академии наук присвоено его имя. На зданиях Института проблем управления и Московского авиационного института установлены мемориальные доски в память Бориса Николаевича Петрова.

## ЕЛЕНА КАРЛОВНА КРУГ

Елена Карловна Круг родилась в семье потомственных учёных. Её отец, Карл Адольфович, – выдающийся теоретик отечественной энергетики, член-корреспондент АН СССР, заведующим кафедрой МЭИ (поначалу был ректором МЭИ). На заре советской власти Карл Адольфович входил в число руководителей ГОЭЛРО, встречался и обсуждал концепцию электрификации страны с Лениным. Учениками К.А. Круга были два знаменитых директора Института проблем управления: первый директор ИАТа академик Виктор Сергеевич Кулебакин и академик Вадим Александрович Трапезников, чьё имя сегодня носит Институт. Сам Карл Адольфович академиком не стал из-за немецких корней: к моменту его возможного избрания в Академию наук началась Великая Отечественная война с Германией, и ему «посоветовали» свою кандидатуру с выборов снять.



**22.05.1922 – 24.02.2007**

Подобно Елене Карловне Круг, докторами технических наук и профессорами стали её сестра-близнец Наталия Карловна и младший брат Герман Карлович, как и отец, заведовавший кафедрой МЭИ.

Е.К. Круг пришла в ИАТ в 1943 г. и сразу попала в лабораторию В.А. Трапезникова. Именно Вадим Александрович в начале 60-х гг. одобрил желание Елены Карловны заниматься разработкой теоретических основ прямого цифрового управления и принципов структурной организации цифровых регуляторов. Так в 1964 г. возникает лаб. № 29. Здесь под руководством Е.К. Круг создаются многие типы регуляторов, реализующие различные алгоритмы управления и отличающиеся разнообразием структур и элементных баз.

К концу 60-х гг. совместно с Рязанским филиалом ПКБ «Нефтехимавтоматика» при активном участии Е.И. Артамонова разрабатывается система управления процессами смешения бензинов. Система была внедрена в начале 70-х гг. на ПТК в г. Грозном, став первой в стране системой смешения нефтепродуктов с цифровым управлением. Специализированный процессор системы имел оригинальную структуру и был построен на элементной базе ЭВМ «Урал-10». Процессор параллельно по 16 каналам вычислял управляющие воздействия в соответствии с пропорционально-интегральным законом регулирования. Впервые в СССР была изменена технологическая схема процесса смешения бензинов, осуществлён переход от последовательного смешения компонентов смеси в ёмкостях к параллельному смешению на потоке в трубопроводе.

Однако, рассказывая о Е.К. Круг, трудно ограничиться упоминанием об одних только происходивших при её участии научно-технических свершениях. Елену Карловну интересовала жизнь во всех её проявлениях: долгие годы она была председателем профкома, членом Учёного совета Института, активно участвовала в

общественной и научно-организационной жизни. Е.К. Круг приложила немало усилий, чтобы жизнь в Институте становилась интереснее и полнее.

Личность Елены Карловны ярко характеризует эпизод, который довольно трудно оценить нынешней молодёжи. Когда на рубеже 70–80-х гг. в Большом конференц-зале Института проходила сессия Академии наук, туда пришёл ещё не сланный в г. Горький, но уже опальный академик Сахаров. Единственным человеком, который на глазах у всех решился подойти к нему и заговорить, была Елена Карловна Круг.

## ВЯЧЕСЛАВ ВЯЧЕСЛАВОВИЧ ПЕТРОВ

Вячеслав Вячеславович Петров родился в селе Ильинское Горьковской области в семье служащих. В 1930 г. он окончил среднюю школу в Москве, электротехнические курсы им. Красина и затем поступил в Московский энергетический институт.

После окончания института в 1935 г. В.В. Петров работал на ряде заводов авиационной промышленности. В 1937 г. Вячеслав Вячеславович был командирован в Ленинград на судостроительный завод им. Жданова, где по 1941 г. участвовал в разработке автоматических систем на одном из эсминцев.

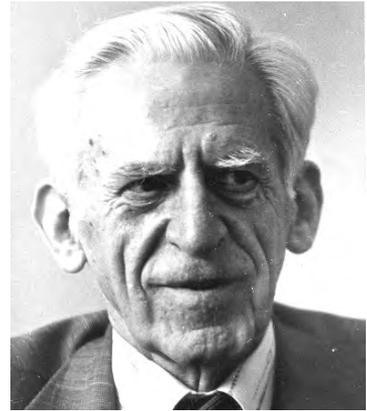
В 1943 г. он поступил в аспирантуру Института автоматики и телемеханики (ИАТ). Его научными руководителями были выдающиеся учёные – академики А.А. Андронов и Н.Н. Лузин. По окончании аспирантуры В.В. Петров до 1957 г. работал в ИАТе, а с 1957 по 1960 г. возглавлял отдел в ЦНИИКА. Защитив докторскую диссертацию (1959), перешёл на преподавательскую работу в МВТУ им. Н.Э. Баумана.

В 1960 г. В.В. Петров был приглашён в МАИ, где основал новую кафедру «Авиационные приборы и измерительно-вычислительные комплексы», которой бессменно руководил 28 лет, выпустив за этот период более 2500 инженеров.

С 1989 г. и до последних дней жизни В.В. Петров работал советником при ректорате МАИ.

В.В. Петров, как ученик и продолжатель деятельности академика А.А. Андропова, является одним из основоположников теории нелинейных серво-механизмов. Он первым разработал и предложил топологический критерий устойчивости широкого класса релейных систем управления, основанный на простом вычислении параметров «вырожденного предельного цикла». Критерий не требует исследования всех движений в фазовом пространстве и позволяет, подобно критерию Гурвица для линейных систем, определять условия устойчивости положения равновесия релейных систем. Совместно с А.А. Гордеевым им развиты методы качественного и количественного исследования на многолистной фазовой плоскости релейных систем при неограниченном числе нелинейных элементов и неограниченном порядке дифференциальных уравнений линейной части.

В.В. Петров обобщил известную теорему академика В.А. Котельникова, что позволило снять кажущуюся некорректность постановки задачи и положить начало созданию информационной теории управления динамическими объектами. Результаты многолетних работ в этой области опубликованы им и его учениками в «Докладах Академии наук СССР», в трудах всесоюзных и международных конгрессов, симпозиумов, конференций, в сборниках ВИНТИ, в монографиях. В.В. Петровым и его учениками установлена связь между количеством информации по Шеннону и погрешностью фильтрации по Винеру. Одним из значительных результатов информационной теории управления явилась установленная



22.09.1912 – 13.01.2003

В.В. Петровым совместно с В.М. Агеевым качественная связь между информационной энтропией Шеннона и рассеиванием энергии на основе закона сохранения.

Являясь сподвижником академика Б.Н. Петрова, Вячеслав Вячеславович внёс большой вклад в развитие теории управления летательными аппаратами. Его научные работы сыграли заметную роль в развитии авиационной, ракетной и космической техники. Он руководил и непосредственно участвовал в создании измерительно-вычислительных приборных комплексов различных объектов оборонного и промышленного значения.

В.В. Петров – автор более 200 научных трудов, в том числе 6 монографий и 4 учебных пособий, получивших широкую известность и международное признание.

В течение ряда лет В.В. Петров был председателем Экспертной комиссии ВАК СССР. В 60–70-е гг. был постоянным участником конгрессов и симпозиумов IFAC. Около 6 лет являлся членом, а в течение 3 лет – председателем Комитета по образованию IFAC/IFIP, а также председателем Комитета по образованию Национального комитета СССР по автоматическому управлению.

Вклад В.В. Петрова в развитие науки и техники был отмечен его избранием в 1972 г. членом-корреспондентом АН СССР. Он удостоен Государственной премии СССР, премии АН СССР им. академика А.А. Андропова, премии им. 25-летия МАИ. В.В. Петров награждён двумя орденами Трудового Красного Знамени, девятью медалями, в том числе медалью Федерации космонавтики СССР «25 лет полёта человека в космос», а также почётными дипломами АН СССР, АН Чехословакии, Президента IFAC.

## АЛЕКСАНДР АРОНОВИЧ ФЕЛЬДБАУМ

С детских лет Александр Аронович отличался выдающимися способностями: он поступил сразу в 5-й класс средней школы.

В 1937 г. он с отличием оканчивает МЭИ, а в 1941 г., также с отличием, – заочное отделение механико-математического факультета МГУ. А.А. Фельдбаум обладал редчайшим даром быть одновременно выдающимся учёным-теоретиком и уникальным инженером-практиком.

В 1943 г. он защищает кандидатскую диссертацию по теории контролируемых аппаратов, а в 1953 г. – докторскую диссертацию по динамике систем автоматического регулирования, которая подводит определённый итог развитию теории линейных систем автоматического регулирования. А.А. Фельдбаум ввёл понятие степени колебательности переходных процессов, доказал ряд теорем о формах переходных процессов и их связи с распределением корней характеристического уравнения, разработал теорию минимизации квадратических ошибок регулирования в линейных системах.

Уже в 1948 г. А.А. Фельдбаум впервые сформулировал задачу оптимального управления качеством как вариационную задачу и дал её решение для целого класса практически важных случаев. В начале 50-х гг. именно он первым разъяснил и поставил общую задачу оптимального управления перед группой выдающихся математиков во главе с академиком Л.С. Понтрягиным. Результатом этой работы стало открытие знаменитого принципа максимума в общей теории управления.

В 1953 г. А.А. Фельдбаум был удостоен Государственной премии за создание аналоговых вычислительных машин с нелинейными блоками.

В Институте автоматики и телемеханики АН СССР им была создана Лаборатория поисковых и самонастраивающихся систем, где были реализованы первые в мире многоканальные поисковые системы (оптимизаторы).

Им заложены теоретические основы и сформулированы определяющие идеи теории дуального управления, в которой отражена самая суть тех фундаментальных процессов, что сочетают обучение и управление. В 1998 г. на XIII Всемирном конгрессе ИФАК, который проходил в США, работы А.А. Фельдбаума отмечались как выдающиеся. Его многочисленные монографии по теории управления и вычислительной технике до сих пор, спустя десятилетия, актуальны и переведены на многие языки мира: польский, немецкий, японский, английский.

Все, знавшие Александра Ароновича, восхищались его научным талантом, титанической работоспособностью и незаурядными человеческими качествами.

Его научное наследие составляет золотой фонд науки об управлении.



16.08.1913 – 15.01.1969

## АЛЕКСАНДР АЛЕКСАНДРОВИЧ АНДРОНОВ



11.04.1901 – 31.10.1952

Александр Александрович Андронов – выдающийся советский учёный-физик, специалист в области электротехники, радиофизики и прикладной механики, создатель нового направления в теории колебаний и в динамике машин. С 1946 г. – академик в Отделении технических наук (механика, радиофизика, автоматическое регулирование) АН СССР. Профессор, заведующий кафедрой теории колебаний и автоматического регулирования радиофизического факультета Горьковского государственного университета им. Н.И. Лобачевского (ныне – ННГУ).

В годы аспирантуры (1926–1929) Александр Александрович под руководством выдающегося физика Л.И. Мандельштама занимался сначала статистической физикой и некоторыми вопросами квантовой механики, затем вопросами генерации колебаний, решение которых определило направление его дальнейшей научной деятельности.

Фундаментальная работа А.А. Андропова «Предельные циклы Пуанкаре и теория колебаний», которую он представил в качестве кандидатской диссертации, была в 1929 г. опубликована в докладах Парижской академии наук. Александр Александрович установил связь между теорией генерации колебаний и теорией устойчивости Ляпунова, ввёл понятие и математическое определение автоколебаний, разработал их теорию, связав её с качественной теорией дифференциальных уравнений, топологией и общей теорией устойчивости движения. Тем самым был заложен фундамент теории нелинейных колебаний, основным методом которой стал разработанный А.А. Андроновым метод точечных отображений. В связи с задачами теории нелинейных колебаний Александр Александрович занялся дальнейшим развитием качественной теории дифференциальных уравнений. Он внёс в неё новые идеи и получил ряд существенных математических результатов.

Основным местом работы А.А. Андропова был Горьковский государственный университет им. Н.И. Лобачевского. В г. Горький (ныне – Нижний Новгород) Александр Александрович уехал в 1931 г., пригласив к себе группу талантливых молодых учёных (М.Т. Грехова, В.И. Гапонов, Е.А. Леонтович, А.Г. Любина).

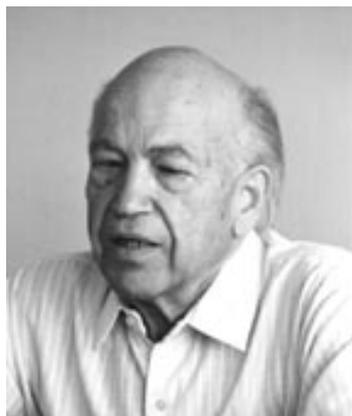
Начиная с 1944 г. и в послевоенные годы А.А. Андронов активно участвовал в работе ИАТа. Вскоре после войны он организовал в Институте постоянно действующий научный семинар, на котором обсуждались новейшие проблемы теории нелинейных колебаний и теории автоматического регулирования. Приезды А.А. Андропова в Москву и работа андроновского семинара оказали огромное влияние на учёных ИАТа. Именно здесь зарождалась та особая атмосфера научной принципиальности, творческого коллективизма и особой внутренней свободы, которую принято называть «духом ИАТа». В стенах Института Александр Александрович

рович воспитал плеяду выдающихся учёных, среди которых были М.А. Айзерман, М.В. Мееров, В.В. Петров, Я.З. Цыпкин и многие другие.

Приведём наиболее известные из опубликованных трудов А.А. Андропова:

- Предельные циклы Пуанкаре и теория колебаний / В кн. «VI съезд русских физиков, Москва, Н. Новгород, Казань, Саратов (5–6 августа 1928 г.)». Перечень докладов, представленных на съезд, с кратким их содержанием, М.-Л., Гос. изд-во (1928).
- Грубые системы / ДАН СССР, 14, 247 (1937) (совместно с Л.С. Понтрягиным).
- Теория колебаний, ч. I. М.-Л., ОНТИ, (1937) (совместно с А.А. Виттом и С.Э. Хайкиным).
- Некоторые случаи зависимости предельных циклов от параметра / Учёные записки ГГУ, вып. 6, 43 (1939) (совместно с Е.А. Леонтовичем).
- Задача Мизеса в теории прямого регулирования и теория точечных преобразований поверхностей / ДАН СССР, 43, 58 (1944) (совместно с А.Г. Майером).
- Л.И. Мандельштам и теория нелинейных колебаний / Известия АН СССР, серия физическая, 9, 30 (1945).
- О задаче Вышнеградского в теории прямого регулирования / ДАН СССР, 47, 345 (1945) (совместно с А.Г. Майером).
- Простейшие линейные системы с запаздыванием / Автоматика и телемеханика, 7, 95 (1946) (совместно с А.Г. Майером).
- О движениях идеальной модели часов, имеющей 2 степени свободы. I. Модель до-галилеевых часов / ДАН СССР, 51, 17 (1946) (совместно с Ю.И. Неймарком).
- Теория непрямого регулирования при учёте кулоновского трения в чувствительном элементе / Автоматика и телемеханика, 7, 15 (1946) (совместно с Н.Н. Баутиным и Г.С. Гореликом).

## МОРИС АРОНОВИЧ РОЗЕНБЛАТ



**18.11.1915 – 06.11.1997**

Доктор технических наук, профессор, академик Российской академии информатизации Морис Аронович Розенблат был человеком необычной судьбы.

Он родился в 1915 г. в Нью-Йорке, там же и начал трудовую деятельность в возрасте 14 лет. В 1932 г. вместе с родителями прибыл в СССР. С 1932 по 1936 г. работал слесарем-мотористом на автозаводе им. Лихачёва в Москве. С 1936 по 1941 г. был слушателем Военной электротехнической академии, а затем студентом Ленинградского политехнического института по специальности «электроизмерительная техника». Во время войны с белофиннами пошёл добровольцем в действующую армию, воевал, награждён именными часами. С 1941 по 1944 г. работал на инженерно-технических должностях на заводах Москвы и Саратова.

В Институт проблем управления (тогда Институт автоматики и телемеханики) Морис Аронович пришёл аспирантом в 1944 г. В 1962 г. стал заведующим Лабораторией магнитных и магнитно-полупроводниковых устройств систем автоматического управления и вычислительной техники, которой руководил с 1962 по 1991 г., а с 1991 г., будучи старейшим сотрудником ИПУ, до конца жизни продолжал направлять деятельность лаборатории в должности главного научного сотрудника.

За время работы в Институте им заложены фундаментальные основы построения и созданы принципы технической реализации магнитных усилителей и магнитно-полупроводниковых средств сбора, преобразования, обработки и хранения информации для информационных, автоматических управляющих и вычислительных систем. Фактически в этой области М.А. Розенблатом создана отечественная научная школа.

Полученные Морисом Ароновичем результаты изложены в его многочисленных научных трудах, изобретениях и монографиях, многие из которых переведены на иностранные языки. Эти монографии стали настольными книгами специалистов, работающих в области технических средств информационных, управляющих и вычислительных систем.

## ГЕОРГИЙ МИХАЙЛОВИЧ УЛАНОВ

Георгий Михайлович Уланов в 1941 г., после окончания МВТУ им. Н.Э. Баумана, начал свою трудовую деятельность в конструкторском бюро, возглавляемом А.А. Микулиным. В 1944 г. поступил в аспирантуру Института автоматики и телемеханики АН СССР, где и проработал до последних дней жизни.

Первые работы Георгия Михайловича относились к задаче накопления возмущений, к проблеме исследования динамики нелинейных систем методом фазовой плоскости и точечных преобразований. Большой вклад он внёс в теорию инвариантности. Ему принадлежат многие оригинальные идеи и фундаментальные исследования в области комбинированных систем автоматического управления. В последние годы Георгий Михайлович развивал информационный подход в теории управления.

Являясь одним из соратников академика Б.Н. Петрова, Георгий Михайлович был инициатором и руководителем важных научных направлений, связанных с созданием объектов новой техники.

Опубликованные им монографии и научные статьи сыграли большую роль в становлении и развитии теории управления в нашей стране. Долгое время Г.М. Уланов вёл педагогическую работу в МВТУ им. Н.Э. Баумана, где читал ведущие курсы по автоматике.

Помимо большой научной работы Г.М. Уланов уделял немало времени научно-организационной деятельности. Он активно участвовал в работе Международной астронавтической федерации, в организации международных симпозиумов IFAC по управлению в космическом пространстве, всесоюзных совещаний по проблемам управления, по теории инвариантности. Г.М. Уланов работал в ВАК СССР, в комиссии Комитета по Ленинским и Государственным премиям СССР в области науки и техники, в комиссии по присуждению премий Совета министров СССР. Многие годы был членом редколлегии журнала «Автоматика и телемеханика».



**30.06.1917 – 08.02.1987**

## ЯКОВ ЗАЛМАНОВИЧ ЦЫПКИН



19.09.1919 – 02.12.1997

Яков Залманович Цыпкин – знаковая фигура для Института проблем управления. Вся его жизнь была связана с ИАТом (ИПУ), где он играл ключевую роль не только в науке, но и в создании особого климата уникального коллектива.

Склонность и способности к научной работе проявились у Якова Залмановича достаточно рано. Свои первые статьи он опубликовал двадцати лет от роду, ещё будучи студентом Московского института связи. Потом была война, тяжёлое ранение, хирургические операции, госпиталь, в котором Цыпкин продолжал учиться и думать над проблемами, составившими впоследствии основу его кандидатской диссертации. Защита состоялась в Институте автоматики и телемеханики в 1945 г. В послевоенные годы огромную роль в формировании Якова Залмановича как учёного сыграл андроновский семинар в ИАТе.

Вскоре (1948) Цыпкин защитил (и вновь в ИАТе) докторскую диссертацию, и оппонентом у него был академик А.А. Андронов. В те годы Я.З. Цыпкин был, наверное, самым молодым доктором технических наук в стране, а ещё через год он стал профессором. С 1950 г. Яков Залманович официально переходит на работу в ИАТ. С 1956 г. до своей кончины (более 40 лет) он возглавлял лаб. № 7 Института.

В научных исследованиях Якова Залмановича можно выделить пять основных направлений. Первое из них связано с системами с запаздыванием. Статья на эту тему была опубликована им в журнале «Автоматика и телемеханика» в 1946 г. (она стала первой из 75 публикаций Цыпкина в этом журнале – последняя, посмертная, появилась в 1999 г.). Яков Залманович предложил обобщение критерия Найквиста на случай запаздывания. Роль этой работы оказалась настолько велика, что её перевод на английский в сборнике, посвящённом частотным методам теории управления, помещён сразу же после основополагающей статьи Найквиста. Интересно, что некоторые идеи этой работы оказались полезными много позже, в 90-е гг., при построении критериев робастной устойчивости систем с запаздыванием.

Начиная с 1948 г. Яков Залманович занялся исследованием импульсных систем (или систем прерывистого регулирования, позже они стали именоваться дискретными системами). Эти работы принесли ему мировую славу. В последние десятилетия дискретные системы играют огромную и всё возрастающую роль в технике, достаточно вспомнить о цифровом управлении и компьютерах. Яков Залманович развил адекватный математический аппарат исследования таких систем – метод  $z$ -преобразования (дискретного преобразования Лапласа). Именно Цыпкин (наряду с американским учёным Джури) является основоположником теории линейных дискретных систем. В 1951 г. им была опубликована первая книга по импульсным системам, за ней последовали другие. Все они сразу же переводились на иностранные языки.

Третий цикл работ Цыпкина относится к релейным системам; первая его публикация на эту тему появилась в 1952 г. Рассматриваются системы, в которых управление носит релейный характер, то есть может принимать лишь два возможных значения. Подобные системы заведомо нелинейны, тем не менее для их анализа Якову Залмановичу удалось применить аппарат теории линейных систем с большим коэффициентом усиления. Монографии 1955 и 1974 гг. по релейному управлению включали такие важные результаты, как «критерий Цыпкина» и «годограф Цыпкина». Большой отклик получили эти результаты и позже, после развития методов оптимального управления, когда релейный характер управляющих воздействий оказывался типическим.

В 1965 г. Яков Залманович полностью сменил тематику исследований. В те годы огромную популярность обрели слова «адаптация», «обучение», «распознавание», однако точный смысл этих терминов оставался неясен. Цыпкин предложил единый подход к исследованию подобных систем, основанный на идее рекуррентных стохастических алгоритмов и аппарате стохастической аппроксимации, уже развитом в математической статистике. Первый же пленарный доклад Якова Залмановича на эту тему (1965, Третье Всесоюзное совещание по автоматическому управлению, Одесса) вызвал огромный интерес и бурную дискуссию. Написанные Цыпкиным монографии (1968 и 1970 гг.) способствовали осознанию и принятию его точки зрения. Впоследствии тематика адаптивных систем стала основной в деятельности возглавляемой им лаборатории. Появились такие важные направления, как теория оптимальных и робастных (то есть работоспособных в условиях неопределённости вероятностных характеристик) алгоритмов идентификации и стохастической оптимизации.

Наконец, в 1989 г. происходит ещё один поворот в научной проблематике Цыпкина. Его внимание привлекает общая проблема управления в условиях неопределённости, когда само описание объекта не полностью известно. Типичной является задача о робастной устойчивости характеристического полинома. Яков Залманович использует частотные методы и получает эффективный графический критерий (годограф Цыпкина–Поляка). Он выдвигает программу «робастизации» всей линейной теории управления и добивается новых серьёзных результатов.

Помимо отмеченных основных направлений, Яков Залманович интересовался и другими задачами – от степени устойчивости линейных систем до нейронных сетей. В то же время он ощущал единство всей теории управления. В её центр Я.З. Цыпкин ставил частотные методы для линейных систем и получающиеся на их основе графические критерии типа годографов Найквиста и Михайлова. В меньшей мере он ценил аппарат с описанием систем в пространстве состояний и оптимальным управлением в духе принципа максимума. Цыпкина отличала необычайная работоспособность – он работал всегда: в кабинете, на совещании, дома, на отдыхе. Его перу принадлежат 12 книг, более 300 научных статей, множество брошюр, предисловий, рецензий на книги, статей в энциклопедиях.

Заслуги Я.З. Цыпкина широко признаны у нас в стране и за рубежом. Он являлся действительным членом Академии наук СССР (позже – Российской академии наук), лауреатом Ленинской премии и премии им. А.А. Андропова, председа-

телем Национального комитета по автоматическому управлению, членом редколлегии ряда журналов. Яков Залманович много ездил с докладами на международные конгрессы и конференции. Он был участником всех конгрессов ИФАК, начиная с первого. Цыпкин удостоен престижнейшей медали Куацца (ИФАК), медали Хартли английского Института измерений и управления, премии Ольденбургера Американского общества инженеров-механиков. После кончины Якова Залмановича Цыпкина крупнейшие международные журналы по управлению выпустили специальные номера, посвящённые его памяти, или опубликовали некрологи.

У Якова Залмановича было множество учеников, среди них немало докторов наук и академиков разных стран СНГ. Ряд зарубежных учёных (например, швед Л. Льюнг и югослав П. Кокотович) также считают его своим учителем. Лаборатория № 7 ИПУ РАН, которую он создал и долгие годы возглавлял, носит ныне имя Я.З. Цыпкина. Она и сегодня одна из ведущих в Институте.

В 2007 г., к 10-летию со дня смерти учёного и к 50-летию его лаборатории, была издана книга «Яков Залманович Цыпкин (1919–1997)», посвящённая жизни и творчеству выдающегося исследователя. Здесь собраны воспоминания его друзей, родственников, коллег и учеников; приведены некоторые его выступления и статьи.

## МИХАИЛ ВЛАДИМИРОВИЧ МЕЕРОВ

Михаил Владимирович Мееров родился на Украине. В 1938 г. он окончил Харьковский электротехнический институт. С 1946 по 1991 г. работал в Институте автоматики и телемеханики АН СССР (ныне – ИПУ РАН) сначала в должности старшего научного сотрудника, а с 1962 г. – заведующего лабораторией № 19 многосвязных систем управления.

Для научной деятельности М.В. Меерова характерно сочетание ясного взгляда на физические процессы и строгости используемых им современных математических методов. В кандидатской диссертации «Автоматическое регулирование напряжения электрических генераторов» ему удалось найти достаточные условия вещественности и отрицательности всех корней характеристического уравнения замкнутой системы регулирования, обеспечивающие аperiodический характер регулирования.

В 1947 г. М.В. Мееров защитил докторскую диссертацию «Системы автоматического регулирования, устойчивые при сколь угодно малой статической ошибке, и следящие системы, устойчивые при сколь угодно малой динамической ошибке». В этой работе были получены достаточные условия устойчивости системы регулирования в случае обнуления коэффициентов при старших производных характеристического уравнения. Результаты этой работы имеют фундаментальное значение для теории автоматического управления, они позволили оценить влияние малых параметров на устойчивость систем регулирования.

М.В. Мееров был признанным лидером в области многосвязных систем регулирования. Под его руководством проведено множество всесоюзных и международных конференций и симпозиумов.

В отличие от идеологии автономного регулирования, в работах М.В. Меерова просматривалось стремление к максимальному использованию особенностей внутренних структурных связей многосвязных объектов для создания высококачественных систем регулирования. Одним из основных приложений предложенных им идей было создание систем оптимального регулирования процесса разработки нефтяных месторождений.

В пионерских работах М.В. Меерова и его сотрудников были впервые предложены методы, определяющие оптимальные режимы скважин и обеспечивающие максимальную суммарную добычу нефти при соблюдении технико-экономических ограничений.

М.В. Мееров – лауреат премии им. А.А. Андропова. Он опубликовал около 200 научных статей и 12 монографий.

Михаил Владимирович успешно совмещал научную работу с преподавательской деятельностью. С начала 60-х гг. он был профессором Московского института нефтехимической и газовой промышленности (ныне – Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина), заведующим кафедрой «Автоматика и телемеханика». Под его руководством выросло не одно поколение известных учёных.



15.08.1911 – 04.05.2004

## ЛЕВ НИКОЛАЕВИЧ ФИЦНЕР



**31.07.1922 – 16.03.1982**

Лев Николаевич Фицнер – доктор технических наук, профессор, заведующий Лабораторией самонастраивающихся систем Института проблем управления Академии наук СССР. Он был одним из талантливейших учеников профессора А.А. Фельдбаума.

За выдающиеся работы в области создания нелинейной аналоговой вычислительной техники в 1951 г. он был удостоен Государственной премии СССР (тогда она называлась Сталинской) 1-й степени.

Лев Николаевич был крупным специалистом в области создания поисковых систем автоматического управления, предназначенных для решения сложных производственных задач. В частности, ему удалось создать такую систему управления процессом технологической обработки поверхностей лопаток высокоскоростных турбинных установок, что она позволила

значительно увеличить выпуск этих сложных изделий при заметном улучшении их качества.

В последние годы жизни он вёл оригинальные работы по исследованию систем управления в живых организмах, и в частности управления двигательной мышечной активностью. Львом Николаевичем было выдвинуто несколько смелых и интересных гипотез о системах управления, основанных на поисковых принципах работы.

## ИОСИФ АБРАМОВИЧ ОВСЕЕВИЧ

В Институт автоматике и телемеханики АН СССР Иосиф Абрамович Овсеевич пришёл в мае 1946 г. из ЦНИИС Министерства связи СССР (где он работал до начала войны и куда вернулся после её окончания) по приглашению Г.В. Добровольского, группа которого входила в состав лаборатории М.А. Гаврилова.

После создания в ИАТе по инициативе В.И. Коваленкова Лаборатории проводной связи И.А. Овсеевич перешёл туда, а в 1948 г. – в созданную в соответствии с распоряжением Совета министров СССР и на основании Постановления Общего собрания АН СССР самостоятельную научно-исследовательскую Лабораторию по разработке научных проблем проводной связи.

Директором лаборатории стал В.И. Коваленков, а И.А. Овсеевич – учёным секретарем. В 1961 г. лабораторию, носившую к этому времени название Лаборатории систем передачи информации АН СССР, реорганизовали в Институт проблем передачи информации АН СССР, и заместителем директора по научной работе в нём стал к.т.н. И.А. Овсеевич. В этой должности он проработал до 1992 г., а с 1992 г. до конца жизни – главным научным сотрудником ИППИ РАН.

Основные научные интересы И.А. Овсеевича были связаны с теорией электрических цепей. В 1954 г. он защитил кандидатскую диссертацию по теме «Приближённые методы исследования переходных процессов в линейных электрических цепях». Дальнейшая научная деятельность была связана с теорией информации и вопросами пропускной способности реальных радиоканалов. В 1972 г. И.А. Овсеевич защитил докторскую диссертацию по теме «Методы передачи информации в аналоговых системах». Им опубликовано более 70 научных работ.



**19.10.1916 – 13.12.2010**

## ВЛАДИМИР ВИКТОРОВИЧ СОЛОДОВНИКОВ



1910 – 1992

Владимир Викторович Солодовников родился во Владивостоке. В 1934 г. окончил Ленинградский физико-технический институт. Работал во Всесоюзном электротехническом институте им. В.И. Ленина, с 1946 по 1956 г. – в Институте автоматики и телемеханики АН СССР, затем – в Центральном научно-исследовательском институте комплексной автоматизации. В 1948 г. защитил докторскую диссертацию. В том же году основал в МВТУ им. Н.Э. Баумана кафедру «Системы автоматического управления».

В 1939–1941 гг. В.В. Солодовниковым было впервые сформулировано понятие и поставлена проблема качества систем автоматического регулирования (САР) при детерминированных воздействиях, даны исходные положения оригинального частотного метода решения этой проблемы. С середины 40-х гг. частотный метод анализа качества в его работах

получает дальнейшее развитие: даётся его математическое обоснование, устанавливается взаимосвязь частотного метода анализа качества с частотным методом анализа устойчивости, метод распространяется на широкий класс типовых воздействий и ненулевые начальные условия, на системы с распределёнными и переменными параметрами. Эти работы положили начало формированию нового раздела теории автоматического регулирования – анализу переходных процессов, вызываемых детерминированными воздействиями.

Наиболее полное развитие и завершение частотный метод получил в 1948–1952 гг. В этот период В.В. Солодовниковым были установлены свойства и критерии и доказаны теоремы, позволяющие судить о качестве и характере переходного процесса непосредственно по частотным характеристикам, разработан метод трапецидальных частотных характеристик для анализа и построения переходных процессов, разработаны и составлены таблицы  $h$ -функций; разработан метод синтеза САР и их корректирующих устройств по заданным требованиям к запасу устойчивости и качеству регулирования.

В 50–60-х гг. частотный метод был обобщён на дискретные системы управления.

В.В. Солодовников написал первую монографию в мировой научно-технической литературе, специально посвящённую статистическому анализу и стохастической оптимизации систем автоматического управления (1952). Она сыграла большую роль в приложениях, связанных с разработкой высококачественных следящих систем и систем управления, в подготовке специалистов по автоматическому управлению.

Частотный метод синтеза был распространён на системы, работающие в условиях случайных воздействий и помех. Вместе со своими учениками (профессорами П.С. Матвеевым, А.М. Батковым, В.В. Семёновым, А.Н. Дмитриевым, В.Ф. Бирюковым и др.) Владимир Викторович внёс вклад в формирование и развитие теории и практики идентификации, предложил и разработал принцип построе-

ния и основы теории аналитических самонастраивающихся систем, разработал методы анализа и синтеза систем с переменными параметрами (метод свёртки и спектральный метод).

В 1965 г. В.В. Солодовников сформулировал понятие сложности, и на его основе развил новое перспективное направление в теории управления. В результате им разработаны корректные и реализуемые на цифровых вычислительных машинах алгоритмы стохастической оптимизации многомерных систем управления.

Будучи научным руководителем Центрального научно-исследовательского института комплексной автоматизации, Владимир Викторович уже в конце 50-х гг. положил научные и технические основы комплексной автоматизации производства.

Огромное влияние на развитие теории управления в нашей стране, на подготовку кадров по управлению имел капитальный коллективный труд «Основы автоматического регулирования», изданный в 1954 г. В.В. Солодовников сформировал тематику книги, собрал коллектив учёных из Института автоматики и телемеханики АН СССР и других научных учреждений, где энергично развивалась теория управления (17 авторов), редактировал рукопись, сам написал ряд разделов. За объём (1117 страниц) книгу прозвали «кирпичом». Она пользовалась огромной популярностью. Впоследствии этот научный труд лёг в основу серии инженерных монографий «Техническая кибернетика. Теория автоматического регулирования». За эту работу В.В. Солодовников был удостоен Государственной премии СССР.

За 40 лет научной деятельности В.В. Солодовников опубликовал 205 научных работ и 23 монографии, многие из которых переведены и изданы в США, Англии, Франции, Германии и Польше.

Помимо Государственной премии СССР В.В. Солодовников также был удостоен Премии Совета министров СССР и награждён орденом Трудового Красного Знамени.

## АЛЕКСЕЙ АЛЕКСЕЕВИЧ БУЛГАКОВ



**10.03.1910 – 12.11.1993**

«Электронные устройства автоматического управления», «Исследование квазинепрерывных систем», «Программное управление станками», переведённые на иностранные языки.

Основные теоретические результаты А.А. Булгакова нашли применение в промышленности. Им были разработаны первые в мире электронные устройства автоматического управления электроприводом мощностью до 240 кВт для прокатных станов, создана теория управляемых клапанов, предложен способ их использования для регулирования скорости асинхронных двигателей. Разработанный им статический фазорегулятор решил проблему автоматического регулирования ртутных выпрямителей. Такими регуляторами оснащались все установки для электроприводов и систем возбуждения синхронных генераторов энергосистем с ртутными выпрямителями.

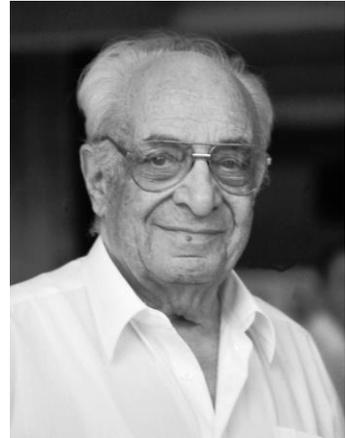
А.А. Булгаковым опубликовано 20 монографий и более 100 статей, получены авторские свидетельства на изобретения.

Алексей Алексеевич Булгаков – известный учёный и инженер в области автоматического управления. С 1931 г. работал лаборантом во Всесоюзном электротехническом институте (ВЭИ). В 1937 г. с отличием окончил вечернее отделение Московского энергетического института (МЭИ) и поступил на работу инженером электроцеха на завод «Серп и молот». В 1939 г. возвратился в ВЭИ. С 1941 по 1945 г. – офицер Советской армии.

В 1947 г. пришёл на работу в Институт автоматики и телемеханики, где проработал 38 лет, вплоть до выхода на пенсию. В 1966 г. защитил докторскую диссертацию. Основное направление его научной деятельности было посвящено электромеханике, в частности электроприводу. Широко известны его книги «Частотное управление асинхронными двигателями»,

## АЛЕКСАНДР ЯКОВЛЕВИЧ ЛЕРНЕР

Александр Яковлевич Лернер родился в г. Винница. С раннего детства выделялся среди сверстников редкой любознательностью и умением самостоятельно или с помощью книжек «докапываться до истины». Был заядлым радиолюбителем. Поступил в Винницкий индустриальный техникум, получил специальность электромеханика. В 18 лет А.Я. Лернер переезжает в Москву, где работает в «Стандартгорпроект» и одновременно поступает во вуз, откуда на третьем курсе переводится в МЭИ. В 1940 г. А.Я. Лернер защищает в МЭИ кандидатскую диссертацию, посвящённую вопросам управления электромоторами.



**07.09.1913 – 06.04.2004**

Вскоре после войны Александра Яковлевича приглашают на работу, а также для подготовки и защиты докторской диссертации в Институт автоматизации и телемеханики АН СССР. Именно в ИАТе ярко проявились его способности к научной и организационной работе. А.Я. Лернер является одним из основоположников теории и практики оптимального управления. Ещё в начале 50-х гг. им опубликована статья «Улучшение динамических свойств автоматических компенсаторов при помощи нелинейных связей», вышедшая в журнале «Автоматика и телемеханика» (№ 2 и 4, 1952 г.). Результаты этой работы нашли применение при повышении быстродействия автоматических электронных потенциометров, используемых в качестве вторичных приборов при измерении многих технологических параметров.

В 1954 г. А.Я. Лернер публикует в «Автоматике и телемеханике» (№ 6) новую фундаментальную работу по теории оптимального управления «Метод изохрон для оптимального управления», где впервые вводится понятие областей изохрон в фазовом пространстве управляемой динамической системы. Осмысление нового понятия впоследствии оказало воздействие на последующий вывод и развитие метода динамического программирования Ричарда Беллмана, поскольку области изохрон можно рассматривать как сечения функции Беллмана применительно к решению задач быстродействия динамических систем.

В 1960 г. в «Докладах АН СССР» и в журнале «Автоматика и телемеханика» А.Я. Лернером (совместно с А.Г. Бутковским) были опубликованы основополагающие работы, положившие начало развитию нового фундаментального направления теории управления – управления системами с распределёнными параметрами.

В середине 60-х гг. Александр Яковлевич становится пионером исследования вопросов управления большими системами – нового направления, породившего несколько перспективных линий исследования. Он создаёт в ИАТе новый отдел (Отдел больших систем) и назначается его руководителем. Тогда же ещё одним научным интересом Александра Яковлевича стали задачи распознавания образов.

Вместе с В.Н. Вапником и А.Я. Червоненкисом он предложил для распознавания образов мощный метод, получивший название «обобщённого портрета».

С 1967 г. А.Я. Лернер становится одним из инициаторов постановки и исследования проблем управления большими автоматизированными системами. Тогда же Александр Яковлевич занимается изучением роли человека в системе управления и формулирует вместе с В.Н. Бурковым принцип открытого управления в теории активных систем.

В начале 70-х А.Я. Лернер и его семья принимают решение об отъезде в Израиль, и с этого момента начинается долгий отрезок его «жизни в отказе»: разрешение на выезд Александр Яковлевич получает только через 17 лет. В эти годы он организует научный семинар «отказников», советских учёных, долгие годы не получавших разрешения на выезд из СССР и изолированных от научного общения с коллегами.

В начале 1988 г. Александру Яковлевичу разрешают выехать в Израиль, где он сразу становится профессором Института им. Вейцмана. Ещё находясь в СССР, А.Я. Лернер нашёл для себя новую перспективную тему – создание искусственного сердца. Однако в Институте Вейцмана выяснилось, что идея Лернера не может быть реализована на практике: специалисты-технологи ещё не придумали материалов, из которых можно было бы изготовить «насос Лернера».

В последние годы жизни Александр Яковлевич реализовал новую идею – изыскание способов перемещения предметов «без трения». Вместе с Б. Левиным он придумывает теорию и создаёт новый тип механического движителя, который с предельно малыми потерями на трение может перемещаться по очень узким криволинейным каналам (типа кровеносных сосудов, кишечника), – этот тип движителя нашёл успешное применение в медицине.

Отпраздновав 90-летие, А.Я. Лернер приступил к написанию книги о научных принципах построения современного государства. Увы, завершить этот труд ему не удалось.

## ДМИТРИЙ ИВАНОВИЧ АГЕЙКИН

Родился Дмитрий Иванович в Швейцарии в семье политических ссыльных. Отец его, происходивший из крестьян, – революционер, был арестован, сослан, бежал из ссылки за границу. Там, продолжая политическую работу среди эмигрантов, учился и получил специальность архитектора. После Октябрьской революции, в 1917 г., вернулся в Россию. Школа и техникум, работа на московском заводе «Динамо» и одновременно учёба на вечернем факультете Московского электромеханического института инженеров железнодорожного транспорта – так прошли предвоенные годы Д.И. Агейкина. В 1941 г. Дмитрий Иванович окончил институт, а в октябре 1941 г. добровольцем ушёл на фронт. Солдатом начал войну, защищая Москву, а закончил её в мае 1945 г. в Берлине старшим сержантом. Был ранен, награждён орденом Красной Звезды, многими медалями.



**24.06.1915 – 06.01.1984**

В 1945 г. после демобилизации Д.И. Агейкин поступил на работу во ВНИИхиммаш (Москва) и стал заочным аспирантом ИАТа. В 1948 г. перешёл на работу в ИАТ, где и трудился до конца своей жизни. Фактически вся его творческая деятельность развернулась в стенах Института, где он проработал свыше 35 лет, организовал и возглавил Лабораторию автоматического контроля. Здесь он защитил кандидатскую и докторскую диссертации, получил звание профессора, диплом лауреата Государственной премии СССР. Именно в ИАТе Дмитрий Иванович воспитал большую группу учеников, ныне кандидатов и докторов наук.

Деятельность Д.И. Агейкина оказывала влияние на развитие важнейших направлений в области приборостроения в течение последних трёх десятилетий. Все его труды можно условно подразделить на три взаимосвязанных направления: датчики, системы автоматического контроля и человек в системе контроля.

Датчиками Д.И. Агейкин занимался практически всю жизнь. В начале 50-х гг. основное внимание обращал на разработку новых принципов работы датчиков – с использованием магнитных свойств веществ. Эти принципы легли в основу оригинального термомагнитного газоанализатора на кислород. Такие газоанализаторные установки серийно выпускались промышленностью. Ими, в частности, оснащались вращающиеся печи цементных заводов страны, что позволило разработать систему автоматической стабилизации теплового режима печей и, благодаря снижению расхода топлива, получить значительный экономический эффект.

Кроме газоанализатора были созданы оригинальные схемы магнитомеханических газоанализаторов промышленных газов, рассмотрены общие свойства датчиков, реагирующих на изменения магнитных свойств окружающей среды. Все эти исследования и разработанные конструкции Д.И. Агейкин описал в своей обобщающей монографии «Магнитные газоанализаторы» (М.: Госэнергоиздат, 1963).

Многие годы Дмитрий Иванович посвятил разработке и анализу свойств частотных датчиков, работающих на принципе колебаний упругих элементов, и изучению возможностей построения новых классов датчиков – с использованием переходных процессов в чувствительных элементах. Так, в одном из разработанных Д.И. Агейкиным датчиков влажности, использующем дифференциально-энергетический метод преобразования (Труды VIII Конгресса ИМЕКО, 1979), переходная характеристика получалась путём сканирования энергетического режима работы датчика. Эта работа сыграла особую роль при построении новых, интеллектуальных анализаторов состава веществ, которые включают в себя сенсор и обрабатывающий измерительную информацию микропроцессор.

На базе этих и других идей Дмитрием Ивановичем было разработано около 50 новых оригинальных датчиков, приборов, устройств контроля, защищённых авторскими свидетельствами и патентами ведущих стран мира. Его авторитет среди специалистов-приборостроителей был огромен, что оказалось решающим при назначении Д.И. Агейкина в 1967 г. руководителем работ по созданию новой серии корабельных унифицированных датчиков. Впоследствии эта работа была отмечена Государственной премией СССР.

Итоговым трудом Д.И. Агейкина в области датчиков стал известный каждому приборостроителю справочник-энциклопедия «Датчики систем автоматического контроля и регулирования», вышедший дважды: в 1959 и 1965 гг. (соавторы Е.И. Костина и Н.Н. Кузнецова). Этот труд уникален и до сих пор не имеет в нашей стране равноценных аналогов.

Системами автоматического контроля Д.И. Агейкин начал заниматься с середины 50-х гг. Он руководил разработкой ряда проблемно-ориентированных систем контроля. Интересующий Дмитрия Ивановича круг методических вопросов в этой проблеме лежал на стыке взаимодействия датчиков и ЭВМ, ЭВМ и оператора. Анализ этого взаимодействия позволил по-новому посмотреть на идеологию построения систем автоматического контроля, предложить новые методы их создания. Идеи эти опубликованы Д.И. Агейкиным в 50–60-е гг., но только частично воплощены в жизнь. Многие из них и сейчас ещё являются новаторскими. Так, были предложены и реализованы методы спорадического контроля, заключающиеся в принципиально иной форме работы датчиков – по запросу. Разработанные Дмитрием Ивановичем системы активного контроля предназначены для решения одной из основных задач контроля: прогнозирования состояния объекта и анализа его близости к аварийным ситуациям по всей совокупности измеряемых величин. Только в последние годы системы прогнозирования состояния объекта получают практическое применение.

Большой цикл работ Д.И. Агейкина был посвящён методам, способам и устройствам представления информации оператору в системах автоматического контроля. Одним из первых он обратил внимание на важность учёта особенностей человека-оператора, работающего с аппаратурой контроля, и связал конструкторские работы по пультам отображения измерительной информации с требованиями и рекомендациями инженерной психологии. Был разработан ряд специальных новых устройств отображения информации, выдвинута идея о целесообразности в сложных системах контроля иерархического способа отображения информации,

разработаны семантические принципы представления информации оператору, позволяющие ему быстро и просто диагностировать состояние объекта. Все эти исследования позволили Д.И. Агейкину совместно с руководимым им коллективом разработать методологию построения систем представления измерительной информации, учитывающую свойства объекта, заданные функции управления, психологические особенности восприятия информации человеком. Эта методология была успешно реализована в ряде конкретных систем.

Перечисленные работы явились предпосылкой к третьему направлению деятельности Дмитрия Ивановича. Тематика «Человек в системе контроля» стала активно прорабатываться лабораторией под руководством Д.И. Агейкина в 70-е гг. Проводились работы по изучению таких вопросов, как профотбор, обучение, оценка функционального состояния и анализ деятельности операторов.

Нельзя не упомянуть о его большой общественной и научно-организационной работе в отрасли приборостроения. Активный член редколлегии трёх журналов, пленума ВАК, председатель и член ряда советов по приборостроению, техническим средствам автоматизации, измерительным информационным системам, преобразователям, член ряда учёных советов, преподаватель вузов – такова лишь официальная составляющая этой работы.

Ещё важнее другая, неофициальная консультативная помощь, которую Дмитрий Иванович оказывал приборостроительным организациям страны, опираясь на свою эрудицию, глубокое понимание научных и технических проблем, чувство ответственности за принимаемые решения.

Его активность, живой интерес к людям, обаяние, доброта, бескорыстное желание делиться знаниями, опытом, идеями привлекали всех знавших Дмитрия Ивановича. Он не был «политиком»: говорил всё, что думал. Хорошо известно, какие неприятности сулит подобная манера общения, не избежал конфликтов и Д.И. Агейкин. Но все, кто общались с Дмитрием Ивановичем, особенно ценили в нём именно эту черту, нуждались в его острой, но столь полезной критике.

## ЮРИЙ ПЕТРОВИЧ ПОРТНОВ-СОКОЛОВ



**05.08.1921 – 10.09.2004**

Юрий Петрович Портнов-Соколов – крупный учёный в области теории построения бортовых систем управления объектами ракетно-космической техники.

В 1946 г. Юрий Петрович окончил с отличием Московский авиационный институт; в Институте автоматики и телемеханики АН СССР начал работать с 1949 г.; кандидат технических наук с 1954 г.; в 1958 г. за участие в работах по обеспечению запуска первого в мире искусственного спутника Земли ему без защиты была присуждена учёная степень доктора технических наук. С 1959 г. и до конца жизни (45 лет) возглавлял лаб. № 8 Института.

Ю.П. Портновым-Соколовым выполнены пионерские исследования ЖРД как объекта управления, Он – автор основополагающих работ по построению

терминальных систем управления расходом топлива жидкостных ракет, им создана научная школа в области теории терминального управления. Результаты работ Юрия Петровича и возглавляемого им коллектива получили широкое внедрение и позволили повысить грузоподъёмность отечественных ракет-носителей на 10–15% и дальность действия жидкостных межконтинентальных баллистических ракет на 15–25%.

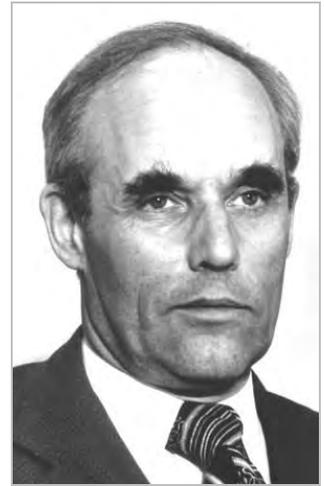
Ю.П. Портнов-Соколов известен в широких научных и инженерных кругах как неперенный участник опытно-конструкторских и научно-исследовательских работ, проводимых в РКК «Энергия» им. С.П. Королёва, ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, ГНПРКЦ «ЦСКБ–Прогресс», ГKB «Южное», НПОА, НПЦАП им. Н.А. Пилюгина, ГосНИИП, ОАО «Завод “Красное знамя”» и др.

Дважды лауреат Государственных премий, заслуженный деятель науки и техники РФ, Ю.П. Портнов-Соколов участвовал в качестве эксперта в работе Совета главных конструкторов С.П. Королёва, в совете по созданию корабля «Буран» и других организаций. Он также работал заместителем председателя Комитета по космосу Национального комитета Советского Союза по автоматическому управлению, был членом Технического совета ИФАК по управлению в космосе.

## АЛЕКСАНДР МИХАЙЛОВИЧ ПЕТРОВСКИЙ

Доктор технических наук, профессор Александр Михайлович Петровский – основатель лаборатории № 38 Института. Его дед А.Г. Петровский до революции был главным санитарным врачом Москвы. Отец и дядя – известные филологи, переводчики французской и античной литературы. Перевод романа «Манон Леско» аббата Прево, выполненный отцом А.М. Петровского и впервые опубликованный издательством «Academia», до сих пор считается непревзойдённым. В 1937 г. братья Петровские были репрессированы. Отец Александра Михайловича погиб, а дядя после войны вернулся к научной деятельности, став одним из создателей цикла переводов «Античная литература».

Воспитанием Александра Михайловича занималась мать. Она и определила его путь.



17.03.1925 – 01.02.1993

После окончания Московского энергетического института с 1949 г. и до дня смерти А.М. Петровский работал в Институте автоматики и телемеханики АН СССР. Его ранние работы носили характер хитроумных изобретений. В частности, он сконструировал генератор «белого» шума, используя вращающийся металлический цилиндр с металлическими шариками внутри. К оси и боковой поверхности цилиндра была приложена разность потенциалов. При вращении шарики случайным образом меняли своё положение внутри цилиндра, в результате чего сопротивление и ток в цепи между осью и поверхностью цилиндра изменялись. Ещё одним устройством была «кибернетическая черепаха», которая, как и знаменитая черепаха Уолтера Грея, передвигалась, обходила препятствия, имитировала условные рефлексы и обучалась несложным командам.

В конце 50-х гг. А.М. Петровский начал исследования и разработку способов повышения эффективности управляемых снарядов. Полученные им результаты составили сначала кандидатскую, а затем и докторскую диссертацию, защищённую в ИАТе в 1966 г.

Вторым направлением исследований лаборатории стало управление в сложных медико-биологических системах. Эти работы начались по инициативе А.М. Петровского в середине 60-х гг. В рамках данного направления изучались две отдельные проблемы – моделирования и управления медико-биологическими объектами на уровне отдельного организма и управления здоровьем (системой здравоохранения) на уровне популяции. Проблематика управления здравоохранением оказалась востребованной не только у нас в стране, но и в международном научном сообществе: отдельные вопросы разрабатывались сотрудниками лаборатории в рамках проекта «Народонаселение» Международного института прикладного системного анализа в г. Лаксенбурге, Австрия.

Многие годы А.М. Петровский был заместителем заведующего кафедрой «Техническая кибернетика» (ныне – кафедра «Проблемы управления») Московского физико-технического института. Многие его студенты-дипломники и аспиранты стали докторами и кандидатами наук, а один из них, Н.А. Кузнецов, – академиком РАН.

А.М. Петровский был человеком редкой порядочности. В годы его работы в Институте категорически не поощрялись переходы сотрудников из одной лаборатории в другую. Дирекция предпочитала расставаться с участниками конфликта с обеих сторон. И только А.М. Петровскому удалось сохранить в Институте целый ряд способных исследователей. Так в лаборатории появилась группа сотрудников А.А. Фельдбаума, которые «не пришлось ко двору» после того, как Александр Аронович ушёл из жизни.

А.М. Петровский сохранил в Институте и группу Вапника–Червоненкиса после ликвидации лаборатории А.Я. Лернера, которая продолжила исследования по восстановлению зависимостей по эмпирическим данным. Наконец, он принял в состав своей лаборатории группу И.А. Любинского.

А.М. Петровский умер по пути на работу 1 февраля 1993 г. Созданная им лаборатория живёт, развивается и успешно продолжает его дело. И это, наверное, лучший памятник Учёному.

## ИГОРЬ МИХАЙЛОВИЧ МАКАРОВ

Академик, известный специалист в области автоматического управления, информатики, робототехники и автоматизации. Свой путь в науке И.М. Макаров начал по окончании МАИ в 1950 г. в Институте автоматизации и телемеханики с должности младшего научного сотрудника лаб. № 7. В течение 11 лет, что он проработал в Институте, его наставниками были В.А. Трапезников и А.М. Лётов. В 1962 г. Игорь Михайлович защитил кандидатскую диссертацию и вскоре был приглашён на ответственную работу в Отдел науки ЦК КПСС.



**22.10.1927 – 14.01.2013**

Однако организационная деятельность не отвлекла его от научных исследований, и в последующие 10 лет имя И.М. Макарова становится всё более известным в кругу специалистов, занимающихся вопросами компьютеризации и автоматизации управления. Рядом с ним собираются все, кого интересовали сложные проблемы оптимизации, связанные с применением векторных критериев. Он постоянно участвует в работе международных и всесоюзных симпозиумов и конференций, активно публикуется в научной периодике, защищает докторскую диссертацию.

В 1974 г. И.М. Макарова избирают членом-корреспондентом АН СССР, в 1976 г. он организует в ИГУ свою самостоятельную группу, развивающую его идеи.

В 1987 г. И.М. Макарова избирают действительным членом АН СССР, с 1988 по 1996 г. он – главный учёный секретарь Академии наук.

Научные интересы И.М. Макарова были связаны с развитием современных методов управления сложными техническими системами, созданием перспективных систем компьютеризации и автоматизации промышленного производства. Его теоретические и прикладные разработки в области средств автоматизации летательных аппаратов, микроэлектроники, роботов и техники искусственного интеллекта широко применялись в промышленности. И.М. Макаров и его группа внесли большой вклад в развитие таких направлений, как робототехника и гибкая автоматизация производства. Под его руководством проводились разработка и внедрение важнейших государственных программ.

Игорь Михайлович вёл большую научно-организационную и педагогическую работу: был главным редактором журнала «Вестник Российской академии наук», советником Президиума РАН, членом редколлегии ряда научных журналов и издательств.

И.М. Макаров уделял большое внимание воспитанию научных и инженерных кадров. Под его руководством подготовлены десятки докторов и кандидатов наук.

Игорь Михайлович – автор более 200 печатных работ и ряда монографий.

Он – лауреат Государственных премий СССР и Российской Федерации, награждён орденами и медалями СССР и РФ; был избран иностранным членом нескольких зарубежных академий.

## БОРИС НИКОЛАЕВИЧ НАУМОВ



**10.07.1927 – 11.06.1988**

Первым местом работы будущего академика Бориса Николаевича Наумова был Институт автоматики и телемеханики, в который он пришёл по окончании МЭИ в 1950 г. За 17 лет, проведённых в стенах ИАТа (Б.Н. Наумов был учеником Я.З. Цыпкина), из молодого научного сотрудника он превратился в крупного специалиста по нелинейным системам автоматического управления. Уже были защищены кандидатская (1955) и докторская (1965) диссертации, и – когда Б.Н. Наумову исполнилось 40 лет (1967) – ему предложили возглавить Институт электронных управляющих машин.

Свои незаурядные организаторские способности Борис Николаевич уже продемонстрировал, принимая активное участие в организации Всесоюзных совещаний по автоматическому управлению. Он был одним из создателей Международного комитета по автоматическому управлению (ИФАК), одним из главных организаторов проходившего в Москве I Конгресса ИФАК.

К 1967 г. за его плечами был год стажировки (1958–1959) в знаменитом Массачусетском технологическом институте, где Борис Николаевич общался с Норбертом Винером. Предложение занять пост директора ИНЭУМа стало для Б.Н. Наумова естественным продолжением пути, по которому он двигался в жизни и науке – от частного к общему. Бориса Николаевича давно занимала проблема постоянного расширения приложений теории управления в отсутствие серийно выпускаемых и эффективных управляющих цифровых систем. Следующие 17 лет (снова 17) он посвятил работе на посту директора ИНЭУМа. На этом отрезке жизни с его именем связывают:

- разработку и внедрение в серийное производство управляющих вычислительных комплексов семейств АСВТ-М и СМ ЭВМ (последние в течение многих лет служили базой для систем автоматизации научных исследований, информационно-вычислительных комплексов, автоматизации проектирования, управления в народном хозяйстве);
- постановку вопроса и организацию работ по созданию программного обеспечения микропроцессорных комплексов, сетей ЭВМ, комплексов со спецпроцессорами (в том числе со спецпроцессором Фурье, позволившим построить карту Венеры);
- создание Института проблем информатики АН СССР – ИПИ АН СССР, задуманного Б.Н. Наумовым как научный центр, в котором должны решаться задачи в области ЭВМ массового применения (последние 5 лет жизни Борис Николаевич был директором ИПИ АН СССР).

Будучи генеральным конструктором международной системы СМ ЭВМ (за что удостоен Государственной премии), Б.Н. Наумов внёс существенный вклад в

организацию международного сотрудничества в области вычислительной техники. Являлся иностранным членом академий наук ГДР и ЧССР, главным редактором международного журнала «Вычислительные системы новых поколений».

При его активном участии коллективами учёных АН СССР и академий наук восточноевропейских стран была разработана «Концепция новых поколений вычислительных систем». Б.Н. Наумов был организатором и генеральным директором Межотраслевого научно-технического комплекса «Персональные ЭВМ».

## ОЛЕГ ИВАНОВИЧ АВЕН



**25.01.1927 – 02.03.1992**

Одновременно О.И. Авен и его учениками были получены важные результаты в области анализа и оптимизации производительности вычислительных систем.

В 1971 г. Олег Иванович награждён орденом «Знак Почёта». В 1984 г. стал лауреатом Государственной премии СССР. В том же году О.И. Авен избран членом-корреспондентом Академии наук СССР.

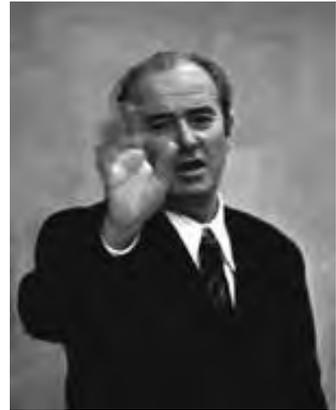
В Институт автоматки и телемеханики АН СССР Олег Иванович пришёл в 1950 г. Начиная он младшим научным сотрудником, но уже через 10 лет стал учёным секретарём Института. В 1968 г. организовал и возглавил Лабораторию автоматизированных систем управления, которой заведовал до конца жизни. Занимал должность учёного секретаря Национального комитета СССР по автоматическому управлению и ответственного секретаря Комитета по системному анализу при Президиуме АН СССР.

В 1965 г., одним из первых в стране, О.И. Авен начал работы в области теории и практики систем автоматизации организационного управления и научных основ создания АСУ. Результаты работ возглавляемой им лаборатории стали научным фундаментом построения таких сложных отраслевых автоматизированных систем управления, как АСУ «Металл», АСУ «Интурист», АСУ «Морфлот» и др.

## МИХАИЛ ЛАЗАРЕВИЧ ЛИНСКИЙ

Михаил Лазаревич Линский, заместитель директора по общим вопросам (в просторечье – «хозяйственник»), – человек, о котором рассказывать непросто (мы почти ничего не знаем о его жизни до появления в Институте). И человек, о котором нельзя не рассказать.

Пришёл он в Институт автоматики и телемеханики в 1950 г. Откуда пришёл? Не знаем... Поговаривали, что, скорее всего, «оттуда» (по слухам, был следователем по особо важным делам где-то на Дальнем Востоке)... Был ли он чекистом? В те времена утверждать это точно никто бы не взялся, да и не решился. Так что забудем про это! Какая разница! Важнее, что Линский умел делать.



21.01.1915 – 25.11.1986

А делать он мог очень многое, а хотел ещё больше. Полагаем, что и наукой управлять тоже взялся. Да и брался. Михаил Лазаревич был человеком (язык не поворачивается называть его и дальше просто хозяйственником) с уникальными возможностями по части организации и доведения до блестящего результата множества почти невообразимых, сложнейших в той, советской, стране дел. Например, мог взять и выбить потрясающую площадку неподалёку от будущей станции метро «Калужская» под строительство нового, по тем временам сверхсовременного здания ИАТа, постепенно превращающегося к тому времени в Институт проблем управления. И построить этот Институт. Причём так построить, что за установленный в нижнем холле у центральных лифтов лабораторного корпуса витраж сотворившие его художники «оторвали» значимую в мире искусств премию. Даже на барельеф с изображением Ильича, при вполне справедливой нынешней народной нелюбви к оному, до сих пор смотреть приятно – сердце радуется! А фонтаны и прудики! Во внутреннее «озерцо», неподалёку от буфета, кто-то вскоре привёз и выпустил редкую африканскую лягушку, и она своим иноземным кваканьем веселила институтский люд, пока не исчезла.

Он мог одним телефонным звонком, в 3 минуты\*, прописать в Москве харьковского провинциала, будущего знаменитого американского профессора Сёму Мееркова. И это при том, что сам Вадим Александрович Трапезников – первый заместитель председателя Комитета по науке и технике, директор академического института, сам академик – потратил почти шесть лет, добиваясь того же для прописанного в родной Туле Володи Лотоцкого. Последнему из-за этого никак не удалось законно приобрести себе кооперативную квартиру в Москве.

---

\* По словам одного из очевидцев и отчасти участников этой истории, на самом деле М.Л. Линский прибегнул к помощи В.А. Трапезникова. И прописка была окончательно оформлена только через полгода. Причём ценой не только пробивной энергии Михаила Лазаревича, но и немалых усилий со стороны просителей. Однако всё-таки за полгода – а не шесть лет!

В общем, Михаил Лазаревич Линский был обыкновенным советским волшебником. И как настоящий волшебник наверняка желал большего. Да и позволял себе куда больше того, на что имеет право заместитель директора института по общим вопросам. Например, вмешиваться или напрямую организовывать переходы сотрудников Института из лаборатории в лабораторию. Или ездить в Академию наук и присутствовать там на всяких академических заседаниях и в кулуарных переговорах. Говорят, некоторых академиков это сильно раздражало и, возможно, какую-то роль в судьбе Линского на финише его карьеры сыграло.

В 1975 г. Линский ушёл из ИПУ во ВНИИСИ (Всесоюзный научно-исследовательский институт системных исследований – сегодня ИСА РАН). Помогал со строительством здания ВНИИСИ на нынешнем проспекте 60-летия Октября. Потом (1983) он переходит в Институт проблем информатики (ИПИ АН) и одновременно начинает участвовать в строительстве здания Президиума АН СССР на площади Гагарина («Золотых мозгов»). Дирекция строительства здания была передана в состав ИПИ АН и подчинена М.Л. Линскому.

Однако поговаривали, что не всё теперь шло гладко. Видимо, появились новые, более молодые «волшебники», которым Михаил Лазаревич не давал ходу. Ему пришлось уйти на пенсию. Умер он в 1986 г.

Похоронен на Новодевичьем кладбище.

## НИКИТА ВЛАДИМИРОВИЧ ПОЗИН

Никита Владимирович Позин пришёл в Институт автоматики и телемеханики АН СССР после окончания МЭИ в 1951 г. Работал в лаб. № 4 «Телеуправления и телеизмерений» (зав. лаб. д.т.н. В.А. Ильин), занимаясь разработкой телеизмерительных систем и помехоустойчивостью сигналов с широтно-импульсной модуляцией.

После защиты кандидатской диссертации научные интересы Н.В. Позина сконцентрировались на вопросах преобразования информационных сигналов в живых организмах. В начале 70-х гг. по инициативе Н.В. Позина и при поддержке Б.С. Сотскова создаётся группа «Бионики», преобразованная в Лабораторию бионики (зав. лаб. Н.В. Позин).

Никита Владимирович организовал работу лаборатории, опираясь на тесное сотрудничество с ведущими физиологами, специалистами по функционированию областей нервной системы, отвечающих за слуховое и зрительное восприятие (Г.В. Гершуни – Институт физиологии им. И.А. Павлова, Е.И. Соколов – МГУ). Одной из первых стала разработка физической модели нейрона с учётом информационных свойств реального нейрона. На основе исследования этой модели Н.В. Позин сформулировал концепцию, согласно которой нервная клетка является унифицированным элементом, а всё разнообразие свойств реально наблюдаемых физиологами нейронов обусловлено местом расположения нейрона в нейронной сети и организацией связей с соседними элементами.

В дальнейшем на этой базе были разработаны концептуальные модели слуховой и зрительной систем. Лаборатория получила признание как одна из ведущих в стране в данной области.

По результатам исследований была издана монография «Элементы теории биологических анализаторов» (М.: Наука, 1978). Алгоритмы, имитирующие процессы переработки информации в слуховой и зрительной системах, были использованы для решения практических задач (при анализе акустических сигналов и в медицинской диагностике).



1928 – 1977

## ИГОРЬ СЕВАСТЬЯНОВИЧ МЕЗИН



1907 – 1983

Игорь Севастьянович Мезин, крупный специалист в области транспортных газогенераторов и автоматизации производственных процессов, доктор технических наук, работал в Институте с 1954 по 1980 г.

Придя в Институт, И.С. Мезин сначала оказался в лаб. № 8, затем в 1955 г. перешёл в лаб. № 10 (автоматизации непрерывных производственных процессов), где успешно выполнил ряд работ по автоматизации сушильных барабанов для цементной промышленности, а также ответственную работу по автоматизации типового нефтяного промысла.

В то время им был создан оригинальный прибор для измерения дебита нефтяных скважин.

В 1958 г. И.С. Мезин перешёл в лаб. № 2 (исполнительных автоматических устройств), где возглавил группу специалистов по измерению и дозированию малых расходов жидкости. Под его руководством были разработаны микродозатор жидкости высокой точности и оригинальная система электропривода, на основе которых был создан необходимый для химической промышленности автоматический регулирующий титратор.

В 1966 г. И.С. Мезин стал заведующим лаб. № 2, которая возглавила научно-исследовательские работы в области струйной техники. В это время в лаб. № 2 перешла группа специалистов по струйной технике из лаб. № 11 и продолжила работы по созданию струйных средств автоматизации. В результате промышленность получила систему модулей струйной техники – СМСТ-2.

Под руководством и при непосредственном участии И.С. Мезина разработаны струйные турбулентные элементы, позволившие создать струйный комплекс технических средств управления УНИКУС, на котором основывалась система управления многопозиционным пневматическим промышленным роботом. Робот со струйной системой управления успешно работал с горизонтально-ковочной машиной и электронагревательной установкой в автоматическом режиме.

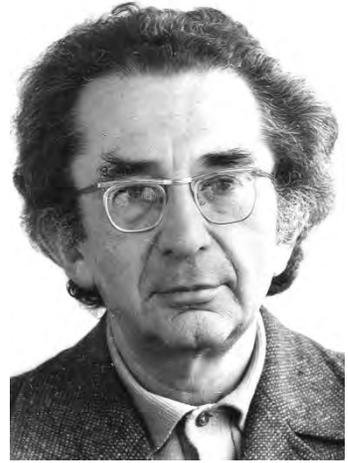
И.С. Мезин был инициатором разработки портативных средств измерения и визуализации пневматических сигналов в пневматических цепях. Он занимался исследованием надёжности струйных элементов, модулей и систем, что позволило доказать работоспособность и надёжность струйной техники.

В деятельности Игоря Севастьяновича Мезина органично сочетались блестящие способности инженера-конструктора и профессионализм талантливого специалиста-исследователя.

## ИОСИФ ИСААКОВИЧ ПЕРЕЛЬМАН

Родился в Москве. Мобилизован на фронт сразу после школы. Невысокий, хрупкий, даже шуплый (таким останется на всю жизнь), с сильной близорукостью – вызывал недоумение у призывников. На вопрос: «А как ты сюда попал?» – научился отвечать: «Пешком».

В шутку гордился ранением в пятку – от своих! всю жизнь слегка прихрамывал. О войне, которую закончил сержантом, не любил вспоминать. Если расспрашивали всерьёз, говорил о войне как об игре на выживание по особым правилам, когда ставкой часто была жизнь – своя или чужая. Здесь не было холодности и отстранённости, он знал об этом не понаслышке. Таким был во всём: мощный рациональный интеллект, никакой сентиментальности, никакой пафосности.



28.08.1924 – 06.10.1994

После войны долго лечился, окончил Энергетический институт, работал в «ящике» – разрабатывал и настраивал системы управления приводами радиолокационных станций на военных кораблях. Окончил аспирантуру ИАТа. В 1956 г. пришёл в лабораторию М.В. Меерова, с 1967 г. руководил самостоятельной группой, которая в конце 80-х волилась в лабораторию Э.Л. Ицковича. По рассказам всех работавших вместе и просто знавших, был необычайно талантлив, фантастически быстро схватывал суть, причём не только в узкопрофессиональных вопросах. Возможно, многим казался излишне рациональным; не любил обсуждать то, чего не знал и что ему не могли объяснить внятно (это было не просто!). Очень любил спорить и был настоящим мастером научных дискуссий. Никогда не скрывал своего мнения о способностях собеседника; умел дать это понять, хотя и не обижая явно. И никогда никого не унижал и не обижал лично. Был высокого мнения о своих способностях; впрочем, имел на это право.

За сорок лет научной работы, как теперь можно чётко проследить, мощно разрабатывал одну центральную тему – теоретическое и инженерное обоснование алгоритмов управления с использованием динамической модели объекта. Практически в эти годы родилась, оформилась и почти успела исчерпаться соответствующая часть науки управления. Начиналось в 50-х гг. с принципа самоустанавливающейся программы (по-видимому, впервые высказанная идея параметрической рекуррентной идентификации); феноменологического подхода к идентификации в задачах управления (70-е); завершилось алгоритмом динамической оптимизации (80-е). Сейчас это последнее направление, самостоятельно и (по времени) приоритетно сформулированное именно им, выросло на Западе в так называемое MPC (управление с прогнозирующими моделями) и стало основой очень успешных работ по усовершенствованному управлению технологическими процессами, принося фирмам-разработчикам многомиллионные прибыли. В этой задаче впервые бы-

ли объединены принцип двухшкальной модели, прогнозирование на скользящем интервале, имитационное моделирование в контуре управления. Одна из лучших идей в современной науке управления.

Иосифа Исааковича всегда отличал инженерный подход к задаче, может быть – и к жизни тоже. Не любил красивых формулировок, особенно если за ними не было существа. Обнажал это незамедлительно, невзирая на личности (не всегда на пользу себе).

Был принципиален, очень требователен к качеству работ – своих и сотрудников. С ним нельзя было «договориться» о результате; выпускалось только то, что было готово. Может быть, поэтому количественно публикаций и внедрений было не слишком много. Хотя успел немало. Основные практические результаты в зрелой фазе – в металлургии, цементной промышленности, нефтехимии.

Был щедр в жизни. Был щедр на идеи. Многие исследования у других начинались в беседах с ним; и многие не стеснялись в этом признаваться. Сам он этот урожай собирал не слишком прилежно. Не был неуживчивым, но «суетиться» не хотел и большим начальством любим не был. Докторство и профессорство пришли только в перестройку, с большим опозданием. Школы после себя не оставил, а может быть, и не смог бы. Ученикам (от кандидатов до академика) и повезло, и не повезло. Он был серьёзным примером в науке, многому научил, но не был «локомотивом» роста – ни академического, ни административного. Его первый ученик академик О.И. Ларичев сказал на похоронах: «Мы провозжаем гения».

В трудную обстановку конца 80-х – начала 90-х не вписался. В августе 94-го ему исполнилось 70 лет; в сентябре вышел на пенсию. Тогда же сдал последнюю статью в «АиТ»; сказал, что завершил работы и что больше писать, скорее всего, не будет. В конце октября должен был улететь в Америку. Не хотел этого. Понимал, что там работать не сможет. Умер за 10 дней до отъезда.

Проработал в Институте 38 лет. Без самообольщения и дурной ностальгии любил ИАТ в его лучшие годы. Остался в его истории.

## ИВЕРИ ВАРЛАМОВИЧ ПРАНГИШВИЛИ

Родился Ивери Варламович Прангишвили в селе Ди-ди Джихаиши Самтредского района Грузии. В 1949 г. после окончания тбилисской средней школы № 212 поступил в Грузинский политехнический институт, который окончил в 1952 г. по специальности «электрические станции, сети и системы».

В 1952–1955 гг. работал в «Грузэнерго» и «Гидроэнергопроекте».

В 1955 г. И.В. Прангишвили был принят в аспирантуру Института автоматики и телемеханики АН СССР (ИАТ) и в 1959 г. защитил диссертацию на соискание учёной степени кандидата технических наук. В 1968 г. он защитил докторскую диссертацию по техническим наукам, а в 1969 г. получил звание профессора.

С 1955 г. вся жизнь Ивери Варламовича была связана с ИАТом (ИПУ РАН). Сразу после защиты кандидатской диссертации он становится ведущим инженером, затем работает в должности младшего, старшего научного сотрудника. В 1964 г. его избирают по конкурсу заведующим лабораторией, в 1970 г. назначают заместителем директора по научной работе, а в 1987 г. он избран и утверждён в должности директора Института проблем управления АН СССР и Минприбора СССР.

В 1979 г. И.В. Прангишвили избирают действительным членом Академии наук Грузии, в 1980 г. присваивают звание «Заслуженный деятель науки и техники РСФСР».

Ивери Варламович Прангишвили – известный специалист в области теории процессов и систем управления, информатики и вычислительной техники. Он опубликовал более 400 печатных трудов, включая 15 монографий, является автором научного открытия, имеет более 40 изобретений.

Научная деятельность И.В. Прангишвили связана в основном с теорией систем, системным анализом (в этой области он опубликовал 3 монографии), теорией управления крупномасштабными системами и объектами повышенного риска (4 монографии) и многопроцессорными управляющими, вычислительными и комплексными системами (2 монографии).

В 70–80-е гг. Ивери Варламович разработал теоретические основы и принципы построения нового класса высокопроизводительных многопроцессорных проблемно-ориентированных управляющих вычислительных систем с параллельной и перестраиваемой структурой. На основе этих результатов под его руководством были созданы вычислительные системы ПС-2000, ПС-2001, ПС-3000, применяющиеся в геофизике, гидроакустике, для обработки космической информации и в других областях, а также при создании спецтехники. Результаты теоретических исследований в этой области обобщены в ряде его монографий.



**06.06.1930 – 28.02.2006**

Во второй половине 80-х и в начале 90-х гг. Ивери Варламович выполнил цикл работ по созданию теории и принципов построения отказоустойчивых систем управления с распределённой архитектурой для таких сложных и потенциально опасных объектов, как атомные электростанции и другие аналогичные объекты. Результаты исследований в этой области обобщены им в двух монографиях.

В последние годы под научным руководством и при участии И.В. Прангишвили разработан новый принцип обнаружения и распознавания подвижных объектов – фоновый принцип, в основе которого лежит открытая авторами общесистемная закономерность обнаружения подвижных объектов различной природы. Она заключается в том, что при появлении в зоне наблюдения подвижного объекта интенсивность сигнала фонового излучения всегда уменьшается (независимо от излучающей или отражающей способности самого объекта). Факт обнаружения объекта становится результатом когерентного приёма фонового излучения. Предложенный принцип успешно применяется в области локации и при создании систем охранной сигнализации, а также в психологии, медицине, биологии и других дисциплинах.

Исследуемые в монографиях И.В. Прангишвили общесистемные закономерности, как правило, являются ограничительными, предупреждающими и могут быть полезны при изучении разнообразных задач управления, и в частности применительно к таким сложным объектам, как организационные и социально-экономические системы. С применением инструмента системных закономерностей удалось проанализировать базовые процессы, определяющие характер развития кризисных ситуаций в сложных и слабо структурированных системах различной природы (в технике, медицине, сельском хозяйстве).

В 1987 г. Ивери Варламович был назначен генеральным конструктором СССР по АСУ ТП атомных электростанций. Под его руководством разработаны проекты нового поколения АСУ ТП для АЭС. В это время И.В. Прангишвили был включен в состав Коллегии Минэлектротехпрома СССР.

До последнего дня своей жизни Ивери Варламович Прангишвили руководил работами по созданию управляющей системы верхнего блочного уровня атомной станции «Бушер» (Иран).

И.В. Прангишвили являлся председателем Учёного совета ИПУ. С 1992 г. он – член бюро Отделения проблем машиностроения, механики и процессов управления, а с 2002 г. – член бюро Отделения энергетики, машиностроения, механики и процессов управления РАН.

С 1995 г. Ивери Варламович возглавлял Научный совет Отделения РАН по теории управляемых процессов и автоматизации. Был заместителем председателя Национального комитета по автоматическому управлению, главным редактором журналов «Датчики и системы», «Проблемы управления» и членом редколлегии ряда центральных научных журналов. Под его научным руководством защищено более 30 докторских и кандидатских диссертаций. Долгие годы он вёл активную преподавательскую работу.

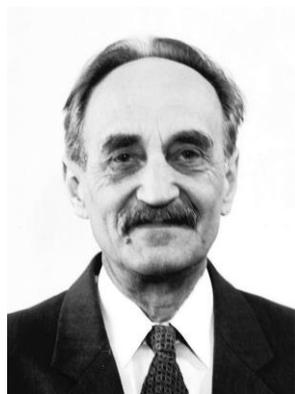
За достижения в научной и производственной деятельности И.В. Прангишвили награждён двумя орденами Трудового Красного Знамени, орденом Дружбы наро-

дов, орденом Чести и многими медалями.

И.В. Прангишвили являлся действительным и почётным членом нескольких зарубежных академий, первым вице-президентом Международной инженерной академии и президентом Инженерной академии Грузии.

И ещё, Ивери Варламович Прангишвили был добрым, внимательным и отзывчивым человеком, помогавшим всем, кто нуждался в его поддержке. К нему очень любили приходить: за участием, советом, общением. Не любил он только одного – занимать внимание других собственной персоной. Поэтому его смерть стала громом среди ясного неба; в это невозможно было поверить. До самого конца своей жизни Ивери Варламович активно работал. Человек, отдавший Институту более полувека жизни и в том числе около двух десятков трудных для страны и коллектива лет в должности директора.

## ВЛАДИМИР АЛЕКСАНДРОВИЧ ЖОЖИКАШВИЛИ



**28.05.1925 – 01.11.2008**

Видный учёный, доктор технических наук, профессор, академик Международной академии информатизации, иностранный член Академии наук Грузии, заслуженный машиностроитель РСФСР, Владимир Александрович Жожикашвили создал и возглавлял лаб. № 17 «Автоматизированные системы массового обслуживания» со дня её основания в 1959 г. на протяжении 49 лет. Он известен как автор нескольких работ, которые были выполнены впервые либо в мире, либо у нас в стране. Среди таких работ – создание бесконтактных систем телемеханики на магнитных элементах с прямоугольной петлёй гистерезиса, разработка теории и практики автоматизированных систем массового обслуживания, основы построения

автоматизированных систем массового обслуживания на базе использования естественного языка и компьютерного распознавания речи. Владимир Александрович не только генерировал идеи, он был организатором, доводящим их до реального внедрения.

В.А. Жожикашвили был генеральным конструктором широко известной автоматизированной системы управления в гражданской авиации – АСУ «Сирена». Многие годы под его руководством регулярно проводились всесоюзные школы-семинары. Многие его ученики защитили кандидатские и докторские диссертации и успешно работают в России и за рубежом.

## ЕВГЕНИЙ ИВАНОВИЧ АРТАМОНОВ

Евгений Иванович Артамонов пришёл в Институт в 1955 г. в возрасте 20 лет по окончании Московского электромеханического техникума. Потом были армия (1956–1959), возвращение в ИАТ и учёба на вечернем отделении МЭИ (окончил в 1965 г.). Начинал он техником, потом был инженером, старшим научным сотрудником и, наконец, с 1978 г. до конца жизни – заведующим Лабораторией компьютерной графики, специализированных технических и программных средств.



04.10.1935 – 11.11.2013

С 1965 по 1972 г. Е.И. Артамонов разрабатывает теоретические основы синтеза структур специализированных вычислительных устройств, создаёт и внедряет в промышленность ряд устройств, среди которых наибольший интерес представляла система смещения бензинов «Поток-1». Система была разработана совместно с Рязанским филиалом НПО «Нефтехимавтоматика» и внедрена на Грозненском НПЗ. Работа проводилась под общим руководством д.т.н., проф. Е.К. Круг. Впервые в России была изменена технология смещения бензинов от последовательного покомпонентного на параллельное смещение за счёт турбулентного движения жидких компонентов в общем трубопроводе.

В 1972 г. Е.И. Артамонов защитил кандидатскую диссертацию на тему «Синтез структур специализированных технических средств».

С конца 60-х гг. Евгений Иванович приступает к разработке принципов построения программного обеспечения систем автоматизированного проектирования (САПР). Им предложен новый подход к структурной организации систем проектирования, напоминающий аппаратную реализацию спецпроцессоров, когда выделяются инвариантная по отношению к решаемым задачам часть систем, включающая в свой состав средства взаимодействия пользователя с системой и внешними устройствами, и проблемно-ориентированная часть.

Большую роль в понимании принципов организации систем проектирования, места компьютерной графики в САПР, в обсуждении структур данных и международных стандартов на эти структуры сыграл ежегодный Общесоюзный семинар по компьютерной графике, научным руководителем которого был Е.И. Артамонов.

К 1981 г. была разработана идеология построения и создан интерактивный интегрированный программный комплекс «ГРАФИКА-81», включающий подсистемы выпуска конструкторско-технологической документации, моделирования пространственных конструкций, автоматического размещения элементов и трассировки соединений на принципиальных схемах и печатных платах, подготовки управляющей информации для станков с ЧПУ.

С 1975 по 1985 г. лаборатория принимала участие в организации работ по САПР сначала в Министерстве приборостроения, затем среди 12 министерств гражданских отраслей машиностроения. С 1985 по 1990 г. Е.И. Артамонов являлся

главным конструктором по САПР в Комплексной программе научно-технического прогресса стран-членов СЭВ.

К концу 90-х гг. Е.И. Артамоновым была сформулирована общая теория формального синтеза структур интерактивных систем, реализованных в виде технических и программных средств. В 1999 г. Е.И. Артамонов защитил докторскую диссертацию по техническим наукам на тему «Модели и методы проектирования интерактивных систем». В 2000 г. ему присвоено звание профессора.

Комплекс «ГРАФИКА-81» использовался для разработки объёмных геометрических моделей всех модулей орбитальной станции «МИР», кинематических моделей «Фермы-3» станции «МИР», а также компьютерных фильмов, созданных на основе этих моделей. Эти модели и компьютерные фильмы применялись при обучении космонавтов вне корабельной деятельности.

В дальнейшем велась проработка методов объёмного геометрического моделирования, структур и программного обеспечения интерактивных систем на основе средств виртуальной реальности. В частности, в 1998 г. был создан тренажёр по аварийному покиданию российских модулей Международной космической станции, с 1999 по 2004 г. – тренажёр для обучения космонавтов процессу развёртывания ретранслятора на орбитальной станции «МИР». На основе средств виртуальной реальности созданы объёмная геометрическая модель Большого космического рефлектора (БКР) по заказу ФГУП «Энергия» в рамках программы Еврокосмического агентства, система эргономического анализа пультов безопасности АЭС и система моделирования рельефов местности.

В 2000 г. Е.И. Артамонов возглавил кафедру «Инженерная и компьютерная графика» Московского технического университета связи и информатики (МТУСИ).

Евгений Иванович был членом учёных советов ИПУ и МТУСИ и трёх диссертационных советов. Семь его учеников стали кандидатами наук. Им опубликовано более ста статей, одна книга, три брошюры и пять методических пособий.

Начиная с 2001 г. Е.И. Артамонов являлся научным руководителем ежегодной Международной конференции и выставки «Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM)».

Всем, кому довелось общаться с этим сильным и стойким человеком, были очевидны его доброжелательность и оптимизм. Оставаясь человеком целеустремлённым и весьма напористым, он всегда сохранял способность к компромиссам.

## АВЕНИР АРКАДЬЕВИЧ ВОРОНОВ

Авенир Аркадьевич Воронов – крупный учёный в области управления и талантливый педагог, действительный член Российской академии наук, лауреат Ленинской премии.

А.А. Воронов начал свою научную деятельность в Институте автоматики и телемеханики (ИАТ) АН СССР, пройдя путь от младшего научного сотрудника до заведующего лабораторией и заместителя директора Института. Сотрудники лаборатории вспоминают о нём как о человеке удивительном. Будучи автором первого в стране учебника по теории автоматического управления (на его «Основах автоматического управления» выросли поколения отечественных студентов и инженеров) и вообще «живым классиком», он оставался доброжелательным, участливым и внимательным человеком.

В 1970 г. А.А. Воронова избрали действительным членом АН СССР (сразу, без «член-корреста»), и он возглавил Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного научного центра АН СССР, одновременно являясь заместителем председателя президиума Дальневосточного отделения АН СССР. Авениру Аркадьевичу удалось в труднейших условиях, при малочисленности научных кадров и нехватке материальных ресурсов создать полнокровный и до сего дня жизнеспособный академический институт. В 1980 г. А.А. Воронов возвратился в Москву и работал в Институте системного анализа РАН.

Он внёс большой вклад в теорию и технику автоматического управления, создав в этой области собственную научную школу. Первые его работы касались теории автопилотов, исследования сложных режимов термобарометрических систем и систем регулирования мощных генераторов. Впоследствии Авениром Аркадьевичем были получены важные результаты в исследовании процессов, протекающих в электрических системах управления. Им были разработаны эффективные методы построения переходных процессов в линейных системах и методы исследования автоколебаний в нелинейных системах. Большое внимание А.А. Воронов уделял проблемам моделирования систем управления в сложных энергосистемах.

Он стал одним из первопроходцев в разработке систем числового программно-го управления металлообрабатывающими станками.

В последние годы жизни Авенир Аркадьевич активно занимался проблемами управления ресурсами и разнообразными задачами системного анализа.

Многие научные результаты были подытожены А.А. Вороновым в известных монографиях «Устойчивость, управляемость, наблюдаемость», «Введение в динамику сложных управляемых систем» и др. Особое распространение получила трёхтомная версия его учебника «Основы автоматического управления».

Авенир Аркадьевич был интеллигентным и обаятельным человеком. Знавшие его помнят, с каким вниманием он относился к людям, особенно – к молодёжи, как заботился о своих коллегах, помогая им в трудные моменты.



**28.11.1910 – 17.10.1992**

## ВЛАДИМИР СЕМЁНОВИЧ ПУГАЧЁВ



**25.03.1911 – 25.03.1998**

Владимир Семёнович Пугачёв был выдающимся русским учёным и замечательным педагогом, основоположником статистической теории управляемых систем, автором фундаментальных работ в области авиационной баллистики и динамики полёта, теории управления и теории дифференциальных уравнений. В.С. Пугачёв создал всемирно известные научные школы в области авиационной баллистики, статистической теории управляемых систем.

В.С. Пугачёв родился в г. Рязани. После окончания Военно-воздушной академии им. Н.Е. Жуковского принимал активное участие в обеспечении быстреего развития авиационной техники в 30-е гг. XX века. Решая важные задачи по составлению баллистических таблиц для авиабомб,

разрабатывает новый метод расчёта траекторий, впервые в мировой науке применив метод малого параметра Пуанкаре к задачам баллистики.

В 1935 г. В.С. Пугачёва назначают начальником кафедры воздушной стрельбы ВВА им. Н.Е. Жуковского. В короткий срок он разрабатывает основы новой отрасли авиационной науки – теории воздушной стрельбы, результаты которой легли в основу его книги «Теория воздушной стрельбы».

В том же 1935 г. В.С. Пугачёв выполняет работу по комплексной оценке эффективности стрельбы в воздушном бою, впервые применив методы исследования операций и системного анализа для научного обоснования направлений развития авиационной техники, и становится основоположником исследования операций и системного анализа в нашей стране, на несколько лет опередив аналогичные исследования за рубежом.

В 1939 г. В.С. Пугачёву присуждена учёная степень доктора технических наук за диссертацию «Общая задача о движении вращающегося артиллерийского снаряда в воздухе».

В поисках методов решения новых задач баллистики В.С. Пугачёв внёс существенный вклад в аналитическую теорию дифференциальных уравнений, развив теорию новых классов асимптотических разложений решений линейных дифференциальных уравнений, содержащих параметр.

Для решения важных задач, связанных с повышением эффективности стрельбы и бомбометания, потребовалось изучение процессов управления в условиях случайных возмущений. В то время в мировой научной литературе адекватных методов анализа и решения подобных задач не было. Именно В.С. Пугачёву принадлежит первая успешная попытка разработки общей теории систем, описываемых стохастическими дифференциальными уравнениями. Работой «Случайные функции, определяемые обыкновенными дифференциальными уравнениями» (1944) были заложены основы нового научного направления – статистической теории

процессов управления (статистической динамики). И сделано это было за много лет до выхода в свет аналогичных зарубежных публикаций.

В послевоенный период научная деятельность Владимира Семёновича была связана с дальнейшей разработкой статистической теории процессов управления и изучением её применений в различных областях науки и техники. В 1947 г. им были завершены исследования по общей статистической теории линейных систем и теории приближённых методов анализа точности нелинейных систем. Разработанные В.С. Пугачёвым методы теории управления легли в основу его последующих работ в области динамики управляемого полёта, выполненных с 1947 по 1952 г. В эти годы В.С. Пугачёв в качестве научного консультанта вёл работу в специализированном КБ по созданию систем управления авиационным оружием и стал одним из руководителей разработки системы ПВО Москвы. В 1948 г. за теоретические исследования в области баллистики В.С. Пугачёву присуждена Государственная премия СССР.

В 1956 г. В.С. Пугачёв был приглашён в Институт автоматики и телемеханики АН СССР для организации лаборатории и работ в области статистических методов в теории управления. Здесь им был организован обретший широкую известность общемосковский семинар по статистическим проблемам в кибернетике. Этот семинар стал великолепной школой, вырастившей множество классных специалистов.

В цикле работ, выполненных в 50-е гг., В.С. Пугачёв закладывает основы статистической теории оптимальных систем. Особое место занимают созданные им общие методы определения оптимальных линейных систем, опирающиеся на разработанную им же теорию канонических разложений случайных функций. Кроме того, им создаются общие методы оптимизации динамических систем по любым статистическим критериям. Работы В.С. Пугачёва по статистической теории оптимальных систем получили широкое распространение и сделали его подлинным классиком мировой науки об управлении. В области статистической динамики управляемых систем В.С. Пугачёвым опубликовано свыше 70 работ. Все эти фундаментальные результаты обобщены Владимиром Семёновичем в его знаменитой монографии «Теория случайных функций и её применение к задачам автоматического управления» (1957). Монография была переиздана в 1960 и 1962 гг. и переведена в Англии, Франции, Польше и ГДР.

В начале 60-х гг. В.С. Пугачёв создаёт новый курс теории автоматического управления, который читает в ВВИА им. Н.Е. Жуковского. В 1963 г. совместно с учениками он опубликовал монографию «Основы автоматического управления», в которой впервые систематически излагались применявшиеся в то время методы исследования автоматических систем, включая статистические. В 1968 и 1974 гг. книга была переиздана.

С 1965 по 1970 г. главным направлением научной работы В.С. Пугачёва стала разработка статистической теории обучающихся автоматических систем. В 1976 г. за участие в создании адаптивной системы управления сложным технологическим процессом (горячая прокатка труб) В.С. Пугачёв удостоен Государственной премии СССР. При разработке этой системы использовались созданные Владимиром Семёновичем методы теории обучающихся систем.

В конце 70-х – начале 80-х гг. В.С. Пугачёв заложил основы нового научного направления стохастической теории управления – теории условно оптимальной фильтрации и управления.

С 1984 г. и до последних дней жизни В.С. Пугачёв трудился в Институте проблем информатики Российской академии наук.

Результаты многолетних исследований В.С. Пугачёва по теории вероятностей и теории стохастических систем обобщены и систематически изложены им в учебнике «Теория вероятностей и математическая статистика» (1979, 1982, 1984, 2002) и в монографии «Стохастические дифференциальные системы», написанной совместно с И.Н. Сеницыным (1985, 1987, 1990). В 1990 г. за цикл работ по статистической теории управляемых систем В.С. Пугачёв был удостоен Ленинской премии.

Сегодня последователи и ученики В.С. Пугачёва развивают его научные идеи и создают новые методы, работая в различных научных организациях, в промышленности, в Российской академии наук, академиях наук стран СНГ и в высших учебных заведениях страны. Только в ИПУ РАН две лаборатории, № 21 и № 44, возглавляются учениками Владимира Семёновича.

## АЛЕКСАНДР МИХАЙЛОВИЧ ЛЁТОВ

Кто бы подумал, что блистательный А.М. Лётлов со своей вечной бабочкой-галстуком, учёный с мировым именем, начинал трудовую жизнь обычным рабочим? Однако уже в 1937 г. А.М. Лётлов оканчивает механико-математический факультет Московского государственного университета и с 1938 по 1941 г. становится инженером-исследователем Научно-исследовательского института Народного комиссариата авиационной промышленности (НКАП) СССР. В период 1941–1943 гг. А.М. Лётлов работал начальником цеха одного из оборонных заводов НКАП.

С 1943 по 1956 г. А.М. Лётлов был начальником лаборатории одного из НИИ Министерства авиационной промышленности СССР. В этот период им получен ряд интересных теоретических и важных практических результатов в области изучения динамики автопилотов, внедрённых в советской авиационной технике. В 1950 г. Александр Михайлович становится доктором физико-математических наук. К периоду 1943–1956 гг. относятся и фундаментальные результаты А.М. Лётова в теории нелинейных систем автоматического регулирования, опубликованные им в известной монографии 1956 г.

В 1956 г. А.М. Лётлов переходит на работу в Институт проблем управления АН СССР (тогда – ИАТ). Здесь он был старшим научным сотрудником, заместителем директора, но запомнился как заведующий Лабораторией математических методов теории управления. Работая в ИАТе, Александр Михайлович проявил себя как крупнейший специалист в области теории оптимального управления. В начале 60-х гг. им был опубликован цикл работ по аналитическому конструированию регуляторов. Эта проблема получила развитие в работах ряда авторов у нас в стране и за рубежом. А.М. Лётлов впервые указал на глубокую связь проблемы оптимального регулирования и метода функций Ляпунова.

Одновременно с этим А.М. Лётлов, как руководитель лаборатории, большое внимание уделял применению теоретических результатов к решению важных практических задач. Вот некоторые прикладные примеры: оптимизация процесса непрерывной разливки стали, выбор оптимального закона управления траекторией самолётов, оптимальное распределение водных ресурсов в бассейне реки Волги. Результаты научных исследований А.М. Лётова широко известны и опубликованы в более чем 50 научных статьях и докладах и двух книгах, одна из которых издана в США и Китае.

С 1956 г. А.М. Лётлов был представителем СССР в Международной федерации по автоматическому управлению (ИФАК) и вёл там активную работу вначале как член подготовительного комитета (1956–1957), затем как первый вице-президент (1957–1959), потом как президент ИФАК (1959–1960), а после этого как паст-президент и член Исполнительного совета ИФАК. Будучи президентом ИФАК,



24.11.1911 – 30.09.1974

А.М. Лётов отвечал за организацию и проведение Первого международного конгресса ИФАК в Москве в 1960 г. С 1959 г. он был заместителем председателя Национального комитета СССР по автоматическому управлению и участвовал в подготовке и проведении ряда международных симпозиумов и научных совещаний. А.М. Лётов неоднократно с честью представлял советскую науку за рубежом. В 1968 г. был избран членом-корреспондентом АН СССР.

Немало времени Александр Михайлович уделял подготовке научных кадров и пропаганде достижений науки. Многие годы он был профессором кафедры динамики полёта Московского авиационного института им. С. Орджоникидзе, с 1968 г. возглавил кафедру математических методов управления в Университете дружбы народов им. Патриса Лумумбы, был заместителем главного редактора журнала «Автоматика и телемеханика».

А.М. Лётовым подготовлено свыше 400 высококвалифицированных специалистов в области теории управления, под его руководством выполнено 35 диссертационных работ.

## АЛЕКСЕЙ АЛЕКСЕЕВИЧ ТАЛЬ

Алексей Алексеевич Таль, крупный учёный в области теории управления и пневматических средств автоматизации, доктор технических наук, профессор, лауреат Ленинской премии, работал в Институте с 1956 г. до последних дней жизни.

А.А. Таль является одним из создателей отечественной школы пневмоавтоматики. В конце 50-х гг. им была впервые выдвинута идея элементарного построения пневматических средств автоматизации, позволившая наряду с традиционными приборами непрерывного типа (регуляторами и другими устройствами автоматики) на базе стандартного набора элементов создавать дискретные и непрерывно-дискретные устройства управления. Эта идея послужила основой Государственной системы приборов и реализована в Универсальной системе элементов промышленной пневмоавтоматики (УСЭППА). За эту работу в 1964 г. А.А. Таль вместе с группой сотрудников Института и завода «Гизприбор» был отмечен Ленинской премией. В 70-е гг. А.А. Талем и его сотрудниками были созданы агрегатно-модульные комплексы «ЦИКЛ» и «КОМПАС», выпускаемые соответственно заводами «Гизприбор» и «Пневмоаппарат», разработаны методы проектирования, на основе которых построены десятки промышленных систем. В 80-е гг. совместно с ЦНИИКА и заводом «Гизприбор» разработана информационно-управляющая система «Режим-1», являющаяся нижним уровнем АСУ ТП.



**25.02.1920 – 28.07.1995**

Алексей Алексеевич органично сочетал деятельность блестящего инженера-прикладника с серьёзными исследованиями в области теории дискретного управления. Одним из первых в нашей стране (совместно с М.А. Айзерманом и др.) он начал работать в области теории конечных автоматов. В 1963 г. этот коллектив авторов выпустил монографию «Логика. Автоматы. Алгоритмы», которая стала настольной книгой кибернетиков.

В последние годы под руководством А.А. Талья активно велись работы по проблемам автоматизации дискретных производств – от управления станками и гибкими производственными системами до задач оперативного управления и календарного планирования производства.

Научную и инженерную деятельность А.А. Таль сочетал с многолетней педагогической работой в МФТИ. Около 30 лет он был бессменным ответственным секретарём журнала «Автоматика и телемеханика». Своим нынешним содержанием и направленностью журнал во многом обязан Алексею Алексеевичу Талю.

## АЛЕКСАНДР БОРИСОВИЧ ЧЕЛЮСТКИН



13.07.1913 – 01.03.1976

Александр Борисович Челюсткин, крупный специалист по автоматизации металлургического производства, профессор, доктор технических наук, работал в Институте проблем управления с 1956 по 1976 г., пройдя путь от младшего научного сотрудника до заведующего лабораторией № 18 и заместителя директора Института. Происходил он из старинного дворянского рода, родословная которого прослежена до 1547 г., когда родился стрелецкий голова Иван Челюсткин. Да и мыс Челюскин (а стало быть, и ледокол с тем же именем) и вся знаменитая советская полярная экспедиция были названы в честь другого его родственника Семёна Ивановича Челюскина.

Александром Борисовичем написано 10 книг, свыше 60 статей. Он является автором или соавтором более 25 изобретений.

Научная работа органично соединялась в его жизни с педагогической деятельностью. Долгие годы он был профессором Московского института стали и сплавов.

А.Б. Челюсткин остался в памяти поколений не только крупным учёным и педагогом, но и талантливым организатором науки и общественной жизни. Он был председателем месткома Института, членом партбюро, заместителем декана факультета автоматизации прокатного производства Московского народного университета, председателем ячейки общества «Знание», председателем философского семинара Института, председателем научно-технического комитета Национального комитета СССР по автоматическому управлению, заместителем главного редактора журнала «Автоматика и телемеханика», заместителем председателя Совета при издательстве «Советское радио».

А.Б. Челюсткин нередко представлял нашу родину за рубежом. Во время Великой Отечественной войны, с 1943 по 1945 г., он был в ответственной командировке в США, а последние годы жизни работал в Международном институте прикладного системного анализа в Вене.

А.Б. Челюсткин награждён орденом «Знак Почёта» и медалями. В 1948 г. за работы по автоматизации прокатных станов ему была присуждена Государственная премия СССР.

Глубоко эрудированный, яркий, принципиальный, благожелательный, он пользовался искренним уважением и любовью окружающих.

## АНАТОЛИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ БУТКОВСКИЙ

Анатолий Григорьевич Бутковский был учёным с мировым именем, первооткрывателем и основоположником нового направления в науке управления – теории управления системами с распределёнными параметрами (СРП).

А.Г. Бутковский окончил с отличием Московский институт стали и сплавов и одновременно механико-математический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова. Диплом математика он получил, работая в группе академика Понтрягина в Математическом институте Академии наук СССР им. В.А. Стеклова.

В возрасте 27 лет Анатолий Григорьевич получает степень кандидата наук, а уже через год защищает докторскую диссертацию и становится самым молодым в то время доктором технических наук в СССР.

Он является автором или соавтором 450 научных трудов и более дюжины монографий, изданных в России. Восемь из этих монографий переизданы в США, Великобритании, Нидерландах и Финляндии. Среди его учеников – более 30 кандидатов и докторов наук. А.Г. Бутковский входил в состав редсоветов журналов «Автоматика и телемеханика» и «Теория и системы управления». Он был также членом редакционного совета международного журнала *Systems Sciences* и совещательного совета *Advances in Computing Sciences* издательства *Springer*.

В 1996 г. на XIII Всемирном конгрессе ИФАК в США в докладе «История управления с 1960 года» А.Г. Бутковский был назван в числе пяти российских учёных, внёсших в теорию управления наибольший вклад.

За работы по теории управления распределёнными системами А.Г. Бутковский был удостоен премии им. А.А. Андропова АН СССР. Эти работы подытожены им в монографии «Теория оптимального управления системами с распределёнными параметрами (СРП)» (М.: Наука, 1965), которая в 1969 г. вышла в США на английском языке.

Анатолию Григорьевичу удалось первым в мире строго сформулировать задачи оптимального управления СРП, сформулировать и доказать принцип максимума для систем управления, описываемых интегральными уравнениями. Он вывел интегральные уравнения для оптимальной функции управления, вошедшие в теорию под названием «интегральные уравнения Бутковского».

Им введено понятие «финитного управления» и поставлена задача финитного управления (задача Бутковского). Она заключается в определении точных и конструктивных описаний множества всех допустимых траекторий движения управляемого объекта на конечном интервале времени. Задачу финитного управления можно рассматривать как реализацию задачи управляемости, поставленную в 1960 г. профессором Р. Калманом.

В 70-е гг. А.Г. Бутковский предложил использовать в теории управления нетрадиционные для неё в то время методы теории чисел. Эти результаты отражены



10.11.1934 – 31.08.2011

в двух его монографиях: «Методы управления распределёнными системами» (М.: Наука, 1975) и «Структурная теория распределённых систем» (М.: Наука, 1977), которая в 1983 г. вышла на английском языке.

А.Г. Бутковский сформулировал и рассмотрел новый актуальный класс задач, названный им «Проблема оптимального подвижного управления» и формализующий функционирование таких технологических процессов, в которых имеются подвижные источники энергии, силы или других физических величин. Для решения новой проблемы Анатолием Григорьевичем был предложен метод подстановки и реализации, являющийся следствием им же поставленной нелинейной проблемы моментов.

В начале 80-х гг. А.Г. Бутковский предложил новый геометрический метод, названный «фазовые портреты дифференциальных включений», обобщивший широко известный метод «фазовых портретов дифференциальных уравнений» на нелинейные дифференциальные системы с управлениями. Эти результаты собраны в монографии: *Бутковский А.Г.* Фазовые портреты управляемых динамических систем. М.: Наука, 1985, – переизданной на Западе в 1991 г. издательством *Kluwer*.

Его книга «Управление квантово-механическими процессами» (М.: Наука, 1984), написанная совместно с Ю.И. Самойленко, признана пионерской и переиздана на Западе в 1990 г. Рассмотренную в ней проблематику можно считать научной базой современных нанотехнологий.

В 1993 г. проф. А.Г. Бутковский выдвинул программу создания «единой геометрической теории управления (ЕГТУ)», или «теории структур управления (ТСУ)». Этот подход родился из необходимости предложить более мощную теорию управления СРП, пригодную для описания таких крайне сложных объектов и процессов, как горячая и холодная плазма, композитные материалы, электромагнитные поля в лазерах, микрообъекты на квантовом уровне и др. В рамках данного подхода было установлено точное математическое определение основополагающего понятия *управление*. Оказалось, что с математической точки зрения понятие *управление* естественно отождествить с основополагающей для всей математики аксиомой выбора Э. Цермело, по которой управление отождествляется с выбором и соответствующей функцией выбора. Геометрический подход даёт надежду рассмотреть многие дисциплины в кибернетике (науке управления) с единой структурной точки зрения.

ЕГТУ-ТСУ основывается на таком мощном современном математическом аппарате, как теория структур в понимании Бурбаки, теории расслоений, теории симметрии и других математических концепциях. А.Г. Бутковский установил, что понятие *управление* можно отождествить с понятием связности в расслоении. С физической точки зрения это означает, что управление можно отождествить с калибровочными полями, которые в теоретической физике рассматриваются как главный способ описания, например, основных взаимодействий в природе (гравитация, электромагнетизм, сильное и слабое взаимодействие элементарных частиц).

В рамках ЕГТУ-ТСУ А.Г. Бутковский сформулировал необходимые и, отдельно, достаточные условия оптимальности для многомерных «распределённых» дифференциальных систем управления в инвариантных геометрических терминах.

Эти и другие результаты изложены в монографии А.Г. Бутковского, написанной им в соавторстве с А.В. Бабичевым и С. Похйолойненем «К единой геометрической теории управления» (М.: Наука, 2001).

## АЛЬБЕРТ ФЁДОРОВИЧ ВОЛКОВ

После окончания Московского энергетического института, в марте 1957 г., Альберт Фёдорович Волков был направлен в Институт автоматики и телемеханики АН СССР и стал инженером лаб. № 9, возглавлявшейся тогда академиком В.А. Трапезниковым. В 1957 г. Вадим Александрович поручил группе молодых специалистов во главе с А.Ф. Волковым создать опытный образец цифровой вычислительной машины М-3. Этим ознаменовалось начало разработок в новой тогда для Института области – создании цифровой вычислительной техники. И сразу стало понятно, что А.Ф. Волков – талантливый, инициативный и высококвалифицированный специалист, прирождённый лидер и умелый организатор.



01.08.1932 – 07.05.2008

Альберт Фёдорович был известным учёным в области создания специализированных информационно-управляющих вычислительных систем (ИУВС) и распределённых автоматизированных информационных систем для ВМФ, Минморфлота, МВД и системы почтовой связи России.

Формальные вехи его пути в науке таковы: 1964 г. – защита кандидатской диссертации, 1971 г. – докторской; в 1968 г. А.Ф. Волкову присвоено учёное звание старшего научного сотрудника, в 1972 г. – профессора.

В 1961–1973 гг. основным направлением деятельности лаб. № 9 была разработка архитектуры, методов и средств обеспечения заданного уровня надёжности ИУВС специального назначения. Нарботки в области построения ЦВМ с автоматической диагностикой были использованы в совместных работах Института и ЦКБ «Полус» (Ленинград) при конструировании ЦВУМ повышенной надёжности. За участие в работах по созданию образцов новой техники в области судостроения А.Ф. Волкову (в составе авторского коллектива) была присуждена Государственная премия СССР (1981).

В 70-х – начале 80-х гг. под научным руководством А.Ф. Волкова совместно с югославскими специалистами были предложены принципы построения и разработана цифровая часть гибридной вычислительной системы ГВС-100, ставшей базой для создания и серийного выпуска ГВС «Русалка». Были также разработаны и изготовлены первые образцы процессора мультиобработки для систем ЕС ЭВМ. Предложен новый подход к созданию инструментальной системы виртуального моделирования многомашинных вычислительных комплексов для опережающей отладки системного и прикладного программного обеспечения. Разработаны теоретические основы построения автоматизированных систем управления транспортными узлами на морском и железнодорожном транспорте. Сформулированы концепция и научно-методологические основы построения распределённых информационных систем с использованием современных

средств вычислительной техники и телекоммуникационных сетей передачи данных.

Работая в Институте, А.Ф. Волков в течение многих лет вёл учебно-педагогическую деятельность на кафедре «Вычислительная техника» МИРЭА, сначала в должности заведующего кафедрой, а затем профессора. Он был членом диссертационных и учёных советов в ИПУ и МИРЭА. Им подготовлено свыше 30 кандидатов и 4 доктора технических наук.

А.Ф. Волков – автор двух монографий, более 190 статей и докладов, им получено 30 авторских свидетельств на изобретения.

За многолетнюю успешную научную и практическую деятельность А.Ф. Волкову присвоено почётное звание «Заслуженный деятель науки и техники Российской Федерации» (1993), он награждён высокими правительственными наградами.

## АКОП ГАСПАРОВИЧ МАМИКОНОВ

Будущий заслуженный деятель науки России Акоп Гаспарович Мамиконов родился в г. Баку. В 1943 г. окончил Азербайджанский индустриальный институт.

В 1958 г. был переведён из Института нефти в Институт автоматики и телемеханики АН СССР (ИАТ).

В 1961 г. возглавил лаб. № 20, занимавшуюся вопросами промышленной автоматики. С 1961 по 1966 г. под его руководством был разработан и внедрён ряд систем промышленной автоматики и телемеханики в нефтеперерабатывающей отрасли.

В 1966 г. защитил докторскую диссертацию.

Акоп Гаспарович входил в число ведущих учёных страны, которые первыми в СССР взялись за разработку теоретических и прикладных основ создания автоматизированных систем управления (АСУ). Им выпущено около 10 учебных пособий по этой проблематике.

С 1967 г. А.Г. Мамиконов руководил работой большой группы научных сотрудников Института, которые занимались созданием автоматизированной системы планирования и управления металлоснабжением страны (АСУ «Металл»). Первая очередь этой системы была сдана в промышленную эксплуатацию в 1969 г.

С 1971 по 1978 г. он руководил ещё одним крупным проектом Института по созданию и внедрению автоматизированной системы управления операциями по обмену жилой площади (АСУ «Обмен»).

В 1979–1993 гг. А.Г. Мамиконов руководил работами по созданию и внедрению типовых автоматизированных систем управления метрополитеном, в том числе материально-техническим снабжением (АСУ «МТС Метро») и ремонтом подвижного состава (АСУ «Ремонт»).

С 1989 по 1992 г. А.Г. Мамиконов руководил созданием и внедрением региональной АСУ материально-техническим снабжением (на примере Тульского региона).

Акоп Гаспарович – лауреат Государственной премии СССР, награждён орденом «Знак Почёта СССР», медалями ВДНХ СССР.

Вёл интенсивную преподавательскую работу в должности заведующего кафедрой и профессора в МИНХе, МИИТе и Горном институте.

В 2011 г. в ИПУ РАН была учреждена премия им. профессора А.Г. Мамиконова за лучшую работу сотрудников Института в области создания новых информационных технологий, разработку теоретических основ и прикладных методов проектирования автоматизированных информационно-управляющих систем. Первыми лауреатами этой премии стали сотрудники лаб. № 9.



14.07.1921 – 11.09.1993

## АНАТОЛИЙ НИКОЛАЕВИЧ ШУБИН



**05.05.1935 – 05.12.2005**

Анатолий Николаевич Шубин окончил энергетический факультет Московского института химического машиностроения и по распределению был направлен в лаб. № 2, где проработал всю жизнь вначале с В.Л. Лоссиевским, а затем с И.С. Мезиным. А.Н. Шубин стал одним из ведущих специалистов в области новых средств автоматизации и их интеграции в комбинированные системы управления высокой надёжности на принципах разнородности информационных сигналов. В 1970 г. защитил кандидатскую диссертацию и с 1982 г. возглавил лаб. № 2.

С 1987 по 2005 г. А.Н. Шубин был заместителем директора Института проблем управления.

А.Н. Шубиным выполнены уникальные работы по надёжности струйных функциональных элементов и устройствам сопряжения электрических и пневматических, в том числе струйных, систем управления. Им написано более 60 научных работ.

Большой заслугой А.Н. Шубина было поддержание в коллективе спокойной, теплой и творческой обстановки.

А.Н. Шубин неоднократно поощрялся правительственными органами, был награждён орденом «Дружбы народов» и другими знаками отличия.

## НАУМ САМОЙЛОВИЧ РАЙБМАН

Доктор технических наук, профессор Наум Самойлович Райбман, основатель и первый заведующий Лабораторией идентификации систем управления, сыграл в научной жизни Института заметную роль.

Н.С. Райбман родился на Украине в небольшом городке Меджибож Хмельницкой области. С 1943 г., после учёбы в Московском станкоинструментальном институте, несколько лет работал технологом и заместителем начальника цеха одного из новосибирских заводов. В 1946–1950 гг. учился в аспирантуре и после защиты диссертации работал в Московском авиационном технологическом институте, затем преподавал в Уфимском авиационном институте. Но главным для него стала научно-исследовательская работа. Наум Самойлович вернулся в Москву, где руководил группой в одном из отраслевых НИИ, а в 1959 г. пришёл на работу в Институт автоматики и телемеханики на должность... младшего научного сотрудника.



**04.02.1921 – 08.01.1981**

В зрелом возрасте, с большим жизненным опытом, он, по сути, начинал с нуля. Но уже с начала 60-х регулярно появляются его статьи по новой тогда области теории управления – идентификации («Автоматика и телемеханика», Труды конгрессов ИФАК и симпозиумов ИФАК по идентификации, которые с 1967 г. проходят раз в три года до нынешнего времени). В 1965 г. Н.С. Райбман защищает докторскую диссертацию по идентификации и вскоре становится во главе самостоятельной группы, на базе которой в апреле 1968 г. образуется лаборатория № 41.

Для Наума Самойловича всегда была характерна практическая направленность исследований. Разрабатываемые им методы были доступны инженерам-практикам без специальной подготовки. Яркий пример – так называемые альбомы типовой идентификации, простой и наглядный способ оценки структуры и параметров модели по корреляционным функциям входа и выхода. Адаптивные системы с идентификатором для управления точностью горячей прокатки бесшовных труб работали практически на всех трубных заводах страны. Эта работа в 1976 г. была удостоена Государственной премии СССР.

Всю свою жизнь Н.С. Райбман вёл педагогическую работу. Он был деканом факультета управления Университета технического прогресса общества «Знание», руководил аспирантами, входил в состав многих учёных и редакционных советов. Наум Самойлович оставил около 150 статей и 7 книг.

В 70-е гг. начинаются интенсивные контакты с зарубежными коллегами. Н.С. Райбман со своей лабораторией ведёт совместные исследования с родственными институтами Венгрии, Нидерландов, Чехословакии; работает на руководящих постах в ИФАК; в качестве приглашённого профессора посещает университеты многих стран; под его редакцией выходят переводы лучших зарубежных книг

по идентификации. Не владея английским свободно, легко находил общий язык с иностранцами, и многие из них (голландец Питер Эйкхофф, швед Карл Острём, немец Рольф Изерманн, чех Ян Гавел – список можно продолжить) стали не только его коллегами, но и близкими друзьями.

В 1976 г. 4-й симпозиум идентификационной серии ИФАК состоялся в Тбилиси, и в его организации ключевую роль сыграли Наум Самойлович Райбман, а вместе с ним вся «Сорок первая» лаборатория.

Вечером 8 января 1981 г. Наум Самойлович шёл домой с работы (он жил в трёх автобусных остановках от Института и проделывал этот путь пешком). Сердце заметно пошаливало, хотя в лаборатории об этом не догадывались. Он успел только войти в аптеку (ту, что на горке – над Институтом, на противоположной стороне Профсоюзной)... 6-й симпозиум в Вашингтоне (США, 1982) был посвящён его памяти.

Своим ученикам он передал не только научные идеи, но и неоценимо мудрые максимы своего опыта. Его жизненные установки были удивительно позитивными, он буквально источал энергию и жизнелюбие. Спустя треть века все, знавшие этого удивительно человека, помнят о нём.

## ОЛЕГ ИВАНОВИЧ ЛАРИЧЕВ

Действительный член Академии наук Олег Иванович Ларичев, крупнейший специалист в области теории и методов принятия решений и искусственного интеллекта, работал в Институте с 1960 по 1977 г.

В 1956 г. студент МВТУ им. Н.Э. Баумана Олег Ларичев совершил весьма необычный поступок – обратился в ИАТ АН СССР с просьбой дать ему тему для курсового проекта: хотелось не «спихнуть» задание, а заниматься интересной научной работой. И тему он получил – от д.т.н. А.Я. Лернера. С отличием окончив в 1958 г. институт, О.И. Ларичев был распределён как иногородний в г. Ковров на завод. Однако, отработав положенные два года, он поступил в очную аспирантуру ИАТа и целиком отдался научной работе. В 1965 г. он защитил кандидатскую диссертацию, а в 1969 г. молодой перспективный учёный был направлен во Францию на стажировку



20.09.1934 – 19.01.2003

в научно-консультативную фирму Бертрана Бертье. Время стажировки было использовано им на редкость продуктивно. Он не только активно участвовал в практическом проекте фирмы, но и, что куда важнее, познакомился с новейшей в то время научной областью – проблемами рационального выбора в уникальных ситуациях и связанными с этим задачами многокритериального сравнения альтернатив.

Вернувшись из Франции, О.И. Ларичев возглавил группу, которая занялась решением теоретических и практических задач в этой области. Работа спорилась. У руководителя появлялись новые интересные идеи, группа расширялась, приходили практические успехи. И тут жестокий удар судьбы: умирает жена, и молодой учёный остаётся с тремя маленькими детьми. Жизнь превращается в клубок проблем. Друзья свидетельствуют: Олег не раскис и сполна проявил свои лучшие качества – волю, организованность, работоспособность, оптимизм, доброжелательность. Он «крутился» вовсю и всё успевал – не только дома, но и в науке. В результате О.И. Ларичев сформировал крупное научное направление, успешно защищались его ученики. Новый подход к решению слабо структуризованных проблем выбора – выявление предпочтений ЛПР (лица, принимающего решения) и построение на базе этого компьютерных решающих правил – критиковали адепты методологии классической оптимизации. Защита Олегом Ивановичем Ларичевым докторской диссертации в 1975 г. стала ярчайшим спектаклем в истории Института (оппонировал М.А. Айзерман), вызвавшим у присутствовавших массу эмоций.

В 1979 г. выходит его первая монография «Наука и искусство принятия решений», имя О.И. Ларичева становится широко известным. В 1980 г. он возглавляет Отдел теории и методов принятия решений Института системного анализа АН СССР (ИСА РАН). В круг его научных интересов входят психология сознания, теория и практика построения полных баз экспертных знаний,

разработка человеко-машинных процедур консультирования и неявного обучения. Работы Олега Ивановича получают международное признание. Он общается с такими выдающимися учёными, как Г. Саймон, Б. Руа и др., становится членом международного научного Общества принятия решений и Психологического общества, неизменным членом оргкомитетов конференций, редколлегий отечественных и зарубежных журналов. Им опубликовано около 200 печатных работ (из них половина – на английском языке), он становится автором 10 монографий. В 1990 г. его избирают членом-корреспондентом РАН, а в 1997 г. – действительным членом РАН.

В последние годы жизни проявился его талант лектора и популяризатора. Студенты Физтеха оценили его необычный учебник по теории и методам принятия решений, в котором строгое научное изложение сопровождалось экскурсами в некую волшебную страну.

О.И. Ларичев всегда заботился о творческом росте своих сотрудников – научных «птенцов», а когда они разлетались в поисках «прокорма», огорчался, но не препятствовал. Фантастически много работал (несмотря на инфаркты и операцию на сердце). Страдал от падения уровня академической науки, ухода из неё молодёжи, от общей ситуации в стране. Был глубоко верующим человеком, но не афишировал это.

Сердце не выдержало в январе 2003 г.

## ЭММАНУИЛ МАРКОВИЧ БРАВЕРМАН

Эммануил Маркович Браверман поступил в аспирантуру Института (научный руководитель – М.А. Айзерман) в 1960 г. До этого, после окончания МЭИ в 1955 г., он работал в КБ «Цветметавтоматика».

В 1963 г. он защитил кандидатскую диссертацию, в 1967 г. – докторскую.

С самого начала научной деятельности в ИАТе Э.М. Браверман активно занимается проблемами распознавания образов в теоретическом и прикладном аспектах. В последующие 15 лет становится одним из основных идеологов всей тематики по распознаванию не только в Институте, но и в СССР. Эммануил Маркович является автором геометрического подхода в распознавании образов и знаменитой «гипотезы компактности», вокруг которой в 1961–1962 гг. велись бурные дискуссии. Он был

одним из создателей метода потенциальных функций в теории распознавания (известный авторский коллектив: Айзерман – Браверман – Розеноэр). Работы этой «могучей тройки» по методу потенциальных функций стали классическими в теории обучения машин и входят в большинство отечественных и зарубежных учебников по распознаванию образов. Следует подчеркнуть, что алгоритмы метода потенциальных функций могут использоваться не только в задачах распознавания, но и для решения широкого класса задач восстановления сложных многомерных функций, например, при идентификации статического объекта в процессе нормальной эксплуатации. Э.М. Браверман обобщил эту задачу на случай динамического объекта, описывающегося дифференциальным уравнением.

Эммануил Маркович предложил немало оригинальных идей, которые обеспечили успешное прикладное использование алгоритмов, реализующих метод потенциальных функций. Одна из этих идей – так называемый «второй потенциал». Суть её состоит в использовании потенциальной функции на исходном поле рецепторов, что позволяет обеспечить близость в пространстве рецепторов похожих изображений в тех случаях, когда они подвергаются на поле рецепторов небольшим сдвигам или другим незначительным преобразованиям.

Э.М. Браверман внёс большой вклад в направление, связанное с задачей автоматической классификации (распознавание образов без учителя, самообучение, кластер-анализ). Впервые задача автоматической классификации как задача самообучения была поставлена Ф. Розенблаттом в 1957 г. И уже в 1960 г. публикуется работа Э.М. Бравермана, в которой предложен геометрический подход к изучению устройств распознавания (в том числе и персептрона) и продемонстрированы недостатки персептрона как самообучающегося устройства. И только гипотеза компактности с её наглядной геометрической интерпретацией объяснила, почему самообучение в принципе возможно. В результате такой подход стал основным не только при формулировке задач автоматической классификации, но и в процессе



**25.06.1931 – 26.04.1977**

разработки и теоретического исследования алгоритмов их решения. Теоретическое изучение сходимости итерационных алгоритмов автоматической классификации существенно сложнее, чем аналогичных алгоритмов распознавания образов (с учителем), так как в данном случае невозможно использовать классическую технику стохастической аппроксимации (ввиду невыпуклости функционала). Фактически, Э.М. Браверман разработал новую методику исследования большого класса случайных процессов, базирующуюся на теории полумартингалов. Здесь ему очень пригодились знания, полученные на инженерном потоке механико-математического факультета МГУ, который он окончил в 1965 г. В 1966 г. Эммануил Маркович опубликовал работу, в которой с использованием этой методики впервые в мире была доказана сходимость одного из рекуррентных алгоритмов автоматической классификации.

Э.М. Браверман совместно с И.Б. Мучником разработал новые направления в теории распознавания образов – лингвистический подход к распознаванию сложных объектов и в теории анализа данных – класс методов экстремальной группировки параметров. Результаты научных исследований Э.М. Бравермана в области теории распознавания образов и смежных вопросов (автоматическая классификация, экстремальная группировка, диагонализация матрицы связи и др.) были систематизированы и опубликованы в 1983 г. (после его смерти) в монографии «Структурные методы обработки эмпирических данных» (соавтор И.Б. Мучник).

В 1968–1969 гг. Эммануил Маркович начинает активно заниматься вопросами математического описания экономических систем, вначале с помощью равновесных экономико-математических моделей обмена, затем – существенно более сложных классов моделей для неравновесных экономических ситуаций. Первая работа, касающаяся модели функционирования экономической системы при неравновесных ценах, была написана в 1969 г., но опубликована только в 1972 г. (в журнале «Экономика и математические методы») из-за сопротивления со стороны советских «матэкономистов-классиков».

В 1969 г. Э.М. Браверман начинает вести преподавательскую и научную деятельность в должности профессора кафедры инженерной кибернетики Московского института стали и сплавов (в то время этой кафедрой заведовал тогда ещё член-корреспондент АН СССР С.В. Емельянов). Среди прочитанных Эммануилом Марковичем курсов был цикл лекций по математическим моделям экономических систем. В 1976 г. Э.М. Браверман публикует монографию-учебник «Математические модели планирования и управления в экономических системах», который до сих пор не утратил своей актуальности и используется как учебник во многих вузах России. Итоги многолетней научной работы Э.М. Бравермана по экономико-математическим моделям были оформлены в виде монографии «Неравновесные модели экономических систем» (в соавторстве с М.И. Левиным), которая также вышла в свет только через четыре года после его смерти, в 1981 г.

## СТАНИСЛАВ ДАНИЛОВИЧ ЗЕМЛЯКОВ

Станислав Данилович Земляков – известный учёный в области теории и создания систем управления летательными аппаратами, родился в Москве в семье рабочих. В 1954 г. поступил в Московский авиационный институт, по окончании которого в марте 1960 г. был направлен на работу в Институт автоматики и телемеханики АН СССР. В 1965 г. защитил кандидатскую диссертацию, в 1973 – докторскую. В 1980 г. ему присвоено звание профессора.



**23.07.1937 – 03.07.2009**

С.Д. Земляков является одним из создателей теории адаптивных систем с моделью. Им предложен метод синтеза основного контура такого класса систем, введено понятие обобщённого настраиваемого объекта и разработана методика синтеза его структуры на основе теории инвариантности. Вместе с В.Ю. Рутковским им были синтезированы алгоритмы адаптации на основе прямого метода Ляпунова, доказаны теоремы об устойчивости, асимптотической устойчивости, равномерной асимптотической устойчивости движения системы относительно движения эталонной модели.

Станислав Данилович является одним из авторов теории адаптивного координатно-параметрического управления нестационарными объектами. В рамках этой теории им предложены принцип настраиваемой работоспособности, концепция восстанавливаемой функциональной работоспособности и настраиваемой стратегии управления, развита теория технической управляемости.

При его непосредственном участии были разработаны и впервые в СССР внедрены адаптивные системы управления для двух классов ракет. За эту работу в составе авторского коллектива в 1981 г. он был удостоен Государственной премии СССР.

В последние годы жизни С.Д. Земляков работал над проблемами управления большими космическими конструкциями и свободно летающими космическими манипуляционными роботами. 35 лет он вёл педагогическую работу в вузах страны. Многие годы читал основные курсы на одной из кафедр Московского государственного университета приборостроения и информатики, вёл курсовые работы и руководил дипломными проектами студентов этого университета.

С.Д. Земляков длительное время входил в состав редколлегии журнала «Известия РАН. Теория и системы управления», был членом редколлегии журнала «Проблемы управления», Учёного совета ИПУ РАН, учёным секретарем секции № 7 этого совета и членом двух диссертационных советов ИПУ РАН по присуждению учёных степеней.

## АЛЕКСАНДР МИХАЙЛОВИЧ ШУБЛАДЗЕ



03.07.1940–31.12.2013

Александр Михайлович Шубладзе был выдающимся инженером и учёным.

В 1963 г. он окончил Московский энергетический институт по специальности «автоматика», а в 1967 г. – мехмат МГУ им. М.В. Ломоносова. В 1967 г. Александр Михайлович пришёл на работу в Институт автоматики и телемеханики АН СССР, начав с должности младшего научного сотрудника и пройдя путь до заведующего лабораторией (1988).

В 1968 г. ему была присуждена учёная степень кандидата технических наук, в 1975 г. – доктора технических наук, В 1976 г. А.М. Шубладзе присвоено звание профессора.

Александр Михайлович был специалистом в области разработки теории систем управления максимальной степени устойчивости, теории адаптивных систем управления и принципов построения алгоритмов адаптивного управления широким классом промышленных объектов в различных отраслях промышленности. Круг научных интересов этого человека с интеллектом теоретика и душой инженера был чрезвычайно широк.

На основе выдвинутых А.М. Шубладзе идей и принципов разработаны:

- оптимальная адаптивная система для управления кустом газодобывающих скважин;
- адаптивный ПИД-регулятор с минимизацией управляющих воздействий для нефтегазовой промышленности, значительно повышающий ресурс исполнительных механизмов;
- импульсные регуляторы с автоматической компенсацией переменного люфта;
- быстродействующие самонастраивающиеся следящие системы для управления технологическими процессами;
- системы управления летательными аппаратами.

Специально для использования в адаптивных системах им были разработаны способы идентификации параметров динамических моделей и нелинейного помехозащищённого дифференцирования, исследованы процессы интегрального насыщения в нелинейных режимах адаптивных ПИД-регуляторов и предложены способы решения этой проблемы. А.М. Шубладзе разработал высокоэффективный преобразователь энергии потоков жидкостей и газов. На основе этого устройства им предложена целая серия механизмов и приборов: устройство для утилизации тепловой энергии, гидравлический роторно-лопастной вариатор и адаптивная система управления его оборотами, ветроустановка с переменным передаточным числом, модель имплантируемого искусственного сердца.

Александр Михайлович Шубладзе опубликовал более 180 печатных работ, включая несколько монографий. Только авторских свидетельств и патентов на изобретения на его счету более 40.

## СЕРГЕЙ ЯКОВЛЕВИЧ ВИЛЕНКИН

Сергей Яковлевич Виленкин родился в семье адвоката. Фамилия Виленкин в стране знаменитая: старший брат Наум Яковлевич – известный советский математик, запомнившийся серией книг для детей о математике (как учёный, он занимался комбинаторикой).

В июле 1941 г. восемнадцатилетний С.Я. Виленкин добровольцем вступил в ряды ополчения и прошёл всю Отечественную войну – от рядового разведчика-самокатчика (батальонная велосипедная разведка) до капитана-артиллериста, командира батареи. Был ранен на Курской дуге. Участник войны с Японией. Награждён одиннадцатью орденами и медалями за боевые заслуги.

По окончании войны продолжал службу в рядах Советской армии. В 1952 г. окончил факультет баллистики и стрельбы Военной артиллерийской академии им. Дзержинского. Работал на военных полигонах Сибири и Казахстана.



**28.04.1923 – 01.01.1992**

В 1959 г. защитил кандидатскую диссертацию в области математической статистики: им были разработаны методы, позволяющие сократить число пусков ракет без ущерба для точности поражения цели. В 1963 г. демобилизовался в звании инженер-подполковника.

С 1963 г. Сергей Яковлевич – сотрудник Института проблем управления. Прошёл путь от старшего научного сотрудника, к.т.н., до заведующего лабораторией, д.т.н., профессора. В 1973 г. защитил в Институте докторскую диссертацию на тему «Исследование оценок параметров случайных функций и операторов по результатам испытаний». Основным результатом работы было доказательство того, что применение неоптимальных, но корректных по дисперсии весовых функций (для получения оценок характеристик случайных процессов и полей) приводит к тому, что оценки функционалов по дискретным последовательностям оказываются более эффективными, чем оценки по непрерывным реализациям; сформулированы условия, обуславливающие преимущества оценок по дискретным реализациям. С.Я. Виленкин разработал аппарат непрерывной и дискретной фильтрации многомерных нестационарных случайных процессов, порождённых системами стохастических дифференциальных уравнений. Работу в Институте совмещал с преподавательской деятельностью на базовой кафедре МФТИ – был профессором Физтеха.

Основные научные интересы С.Я. Виленкина связаны со статистическим анализом случайных процессов и полей, исследованием и разработкой архитектур многопроцессорных ЭВМ высокой производительности и их системного и прикладного программного обеспечения. Сергей Яковлевич был одним из руководителей разработок высоконадёжных ЭВМ, предназначенных для эксплуатации в особых условиях атомных станций, летательных аппаратов,

геологоразведки и т.п., – это были аналого-цифровые гибридные вычислительные системы (создавались в 70-х гг. совместно с югославскими специалистами), а в 80-х – высокопроизводительная вычислительная система ПС-2000.

Под руководством С.Я. Виленкина успешно защитили диссертации 20 человек, он – автор 130 научных работ, им опубликовано несколько монографий. Основные из них: «Статистические методы исследования систем автоматического регулирования», «Статистическая обработка результатов исследования случайных функций», «Математическое обеспечение управляющих вычислительных машин», «Параллельные вычислительные системы с общим управлением».

## ДАВИД МИХАЙЛОВИЧ БЕРКОВИЧ

Известный всему старшему поколению сотрудников Института проблем управления, кандидат технических наук, организатор множества международных и всесоюзных конференций по автоматическому управлению, блестящий стилист и обаятельный собеседник, Давид Михайлович Беркович родился в Одессе.

Трудовую деятельность он начал в семнадцатилетнем возрасте забойщиком на шахте № 1 в Горловке. Затем наступила пора учёбы, и в 1934 г. Д.М. Беркович окончил Московский авиационный институт. С 1937 г. и до конца жизни основная деятельность Давида Михайловича была связана с редакционно-издательской и научно-организационной работой. Он был заместителем главного редактора журнала «Авиационная промышленность», заведующим редакцией издательства «Советская энциклопедия», редактором и членом редакционных коллегий большого числа научных изданий. Д.М. Беркович – участник Великой Отечественной войны, которую завершил с боевыми наградами за службу в ВВС.



**28.04.1923 – 01.01.1992**

В 1963 г. Д.М. Беркович пришёл на работу в Институт автоматики и телемеханики АН СССР, где занимался вопросами научно-технической информации, возглавив Сектор общих вопросов автоматики (СОВА), в молодёжной стенной газете «АиТ» обаятельного Давида Михайловича иначе как в обличье этой мудрой птицы не изображали. Между прочим, институтская молва приписывала ему сочинение речей для В.А. Трапезникова (сегодня Д.М. Берковича называли бы «спичрайтером»). Давид Михайлович – главный инициатор, писатель и редактор замечательного буклета об ИАТе.

Он был организатором большого числа научных совещаний, конференций и симпозиумов по различным вопросам теории и практики управления, которые проводились Национальным комитетом СССР по автоматическому управлению, длительное время возглавлял редакционно-издательскую деятельность Института.

Сферой собственных научных интересов Давида Михайловича была история естествознания. Широко известны его работы, посвящённые выдающимся деятелям русской науки, проблемам развития машиностроения в СССР.

Говоря о Давиде Михайловиче, нельзя не упомянуть о его верном соратнике и подруге Майе Дмитриевне Бочаровой. Тоже кандидат технических наук, тоже блестящий организатор – она всегда была рядом с ним.

## ЕВГЕНИЙ СЕРАФИМОВИЧ ПЯТНИЦКИЙ



**22.07.1936 – 03.04.2003**

Евгений Серафимович Пятницкий, замечательный человек, известный учёный, член-корреспондент РАН, доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией № 16 Института проблем управления, ушёл из жизни в расцвете творческих сил, полный замыслов, с неисчерпанным научным потенциалом.

Е.С. Пятницкий родился в деревне Подбелевец Мценского района Орловской области в семье сельских учителей. По окончании Мценской средней школы поступил в МФТИ и окончил его в 1960 г. с отличием по специальности «аэродинамика». В том же году он начинает работать ассистентом на кафедре теоретической механики МФТИ. Большую роль в судьбе Е.С. Пятницкого сыграл заведующий кафедрой теоретической механики МФТИ, выдающийся математик и механик Феликс Рувимович Гантмахер,

который стал его научным руководителем в аспирантуре МФТИ. В 1963 г. Е.С. Пятницкий защищает кандидатскую диссертацию по структурной устойчивости систем регулирования на Учёном совете Института автоматики и телемеханики (ИАТ).

В 1964 г. по приглашению профессора М.А. Айзермана Евгений Серафимович начинает совмещать педагогическую деятельность в МФТИ с научной работой в лаб. № 25 М.А. Айзермана. Два великих человека и выдающихся учёных, Ф.Р. Гантмахер и М.А. Айзерман, оказали решающее влияние на дальнейшую творческую судьбу Е.С. Пятницкого. В 1972 г. Евгений Серафимович защищает докторскую диссертацию по абсолютной устойчивости систем управления. В 1974 г. ему присваивают звание профессора по кафедре «Теоретическая механика». В МФТИ он читал лекционные курсы по теории управления, теоретической механике, теории устойчивости, технической кибернетике, теории нелинейных колебаний, теории конечных автоматов.

В 1982 г. по инициативе М.А. Айзермана в ИПУ была организована Лаборатория динамики нелинейных процессов управления (лаб. № 16), которой руководил до последнего дня жизни Е.С. Пятницкий. Он активно участвует в знаменитом семинаре ИАТа по теории автоматического регулирования, руководимом М.А. Айзерманом. Совместно с В.Ф. Кротовым организует общемосковский семинар «Теория управления динамическими системами». Эти семинары собирали научных работников и специалистов из многих организаций и учреждений Москвы и других городов страны. Е.С. Пятницкий был также организатором и руководителем периодически собираемого Международного семинара по устойчивости и колебаниям в нелинейных системах управления, который продолжается и поныне, но уже под именем Е.С. Пятницкого; был

председателем Оргкомитета периодических конференций «Роботы и ГПС» и «Устойчивость и колебания нелинейных систем управления».

Евгений Серафимович был известным учёным в области теоретической механики, теории управления и устойчивости, в области управления роботами и биомеханическими системами, а также одним из мировых лидеров в теории устойчивости нелинейных систем.

Им установлен новый принцип классической механики – принцип минимакса. Е.С. Пятницкий выдвинул и обосновал принцип декомпозиции для построения универсальных систем управления объектами механической природы и разработал ориентированные на применение ЭВМ методы анализа устойчивости и синтеза систем управления нелинейными объектами с полной и неполной информацией о векторе состояния. Он развил и обосновал вариационный метод решения задач устойчивости нелинейных систем управления; установил критерии устойчивости нелинейных динамических систем в форме матричного уравнения, отличного от уравнения Ляпунова; развил метод определения медленных переменных для динамических систем, не содержащих малых параметров. Е.С. Пятницкий получил целый ряд существенных результатов в теории разрывных систем, в проблеме обоснования метода гармонического баланса, в задаче структурной устойчивости систем регулирования, развил метод потенциала цели для синтеза систем управления механическими объектами. Им было найдено полное решение задачи управления «чёрным ящиком» механической природы. На этой основе разработана концептуальная модель управления движением в биомеханике и подготовлена рукопись книги «Теоретическая биомеханика».

Евгений Серафимович был человеком увлекающимся: если его интересовала тема, мог бросить всё и заниматься только той проблемой, которая сегодня казалась ему самой важной. Но во всём и всегда он оставался «фундаменталистом» теории управления, который на всё смотрит через призму общих свойств динамических систем и с позиций их устойчивости. В последние годы жизни он буквально «упивался» теоретическим – с его, Пятницкого, точки зрения – обоснованием квантовой механики. Оказалось, что если рассматривать тяжёлый осциллятор с малой диссипацией, то условия устойчивости для него приводят к тому, что подобный классический механический объект становится как бы «квантовым», дискретным (у такого осциллятора устойчивы только дискретные орбиты). На этом пути Е.С. Пятницким были получены и другие аналоги основных квантово-механических соотношений (уравнение Шрёдингера, соотношение неопределённости и пр.). Таким образом, по мнению Евгения Серафимовича, основные положения квантовой механики оказались, по существу, следствием свойства устойчивости. Многие физики восприняли эти результаты критически, и Пятницкий не успел с ними деспорить. А жаль!

Е.С. Пятницкий – автор и соавтор более 170 научных работ, в том числе четырёх книг. Написанный им в соавторстве с Н.М. Трухан, Ю.И. Ханукаевым и Г.Н. Яковенко «Сборник задач по аналитической механике» более тридцати лет является основным учебным пособием по теоретической механике для студентов МФТИ и многих других вузов. Он неоднократно издавался у нас и за рубежом. Среди учеников Евгения Серафимовича – 12 кандидатов и 3 доктора наук.

Е.С. Пятницкий был членом Национального комитета по автоматическому управлению, членом редколлегии журнала РАН «Автоматика и телемеханика» и журналов «Труды Института инженеров-механиков», «Устойчивость и управление. Теория и приложения». Он был председателем секции Учёного совета Института по теории управления и заместителем председателя диссертационного совета при ИПУ РАН.

В 2000 г. Е.С. Пятницкий был избран членом-корреспондентом Российской академии наук.

До последних дней Евгений Серафимович активно работал, был полон энергии и творческих планов. Его исключительная работоспособность вдохновляла его коллег и сотрудников. Авторитетный учёный, бесконечно добрый и внимательный к людям, он всегда был готов словом и делом помочь, дать совет – научный или житейский, – щедро делился своими многочисленными идеями.

## ВЛАДИМИР ЛАЗАРЕВИЧ ЭПШТЕЙН

Владимир Лазаревич Эпштейн окончил Московское высшее техническое училище им. Н.Э. Баумана в 1950 г. Специалист в области автоматизированных информационно-управляющих систем и гипертекстовых систем представления знаний. Профессор, доктор технических наук, лауреат Государственной премии СССР за разработку теоретических основ и методологии создания и широкого внедрения систем организационного управления с использованием ЭВМ.



**08.03.1927 – 24.08.2008**

С 1950 по 1964 г. прошёл путь от инженера на машиностроительном заводе до главного конструктора Специального бюро вычислительной техники Министерства чёрной металлургии СССР. В 1964 г. поступил на работу в Институт проблем управления в лабораторию профессора А.Б. Челюсткينا. В дальнейшем был избран заведующим созданной им же Лаборатории оперативных информационных систем (лаб. № 37), которая позже стала называться Лабораторией гипертекстовых систем представления знаний.

На рубеже 50–60-х гг., когда на смену релейным начали приходить электронные вычислительные машины, В.Л. Эпштейн предложил создать специализированную ЭВМ для автоматического управления раскромом проката, разработал архитектуру и алгоритмы оптимального адаптивного управления летучими ножницами в реальном масштабе времени. Это позволило построить первые в отечественной металлургии (и одни из первых в мире) цифровые вычислительные машины «Сталь-1» и «Сталь-2» для управления раскромом проката на технологических линиях прокатных станов Магнитогорского металлургического комбината. В дальнейшем это направление развивали многие учёные и научные коллективы.

В середине 60-х в сферу научных интересов В.Л. Эпштейна вошли проблемы проектирования автоматизированных систем управления производством. В этот период он разработал основы теории информационного отображения промышленных объектов, тезаурусный принцип построения отраслевых информационных языков, методологию описания и анализа потоков информации в системах организационного управления. Наряду с этим Владимир Лазаревич организовал проектирование управляющего вычислительного комплекса (УВК) «Листопрокат» для прокатного производства завода «Запорожсталь» с участием сотрудников Института проблем управления и нескольких отраслевых институтов. В 1971 г. УВК «Листопрокат» был принят в эксплуатацию, став одним из первых крупномасштабных проектов интегрированной информационно-управляющей системы реального времени.

Опыт его разработки и внедрения показал, что проектирование АСУ – не единовременный акт, а процесс постоянного совершенствования и развития с участием производственного персонала. Стала очевидной необходимость

разработки теории, методов, языковых и программных средств автоматизированного проектирования АСУ.

В начале 70-х гг. В.Л. Эпштейн и его лаборатория вели работы по этому новому направлению и проекту, получившему название АРИУС (автоматизация разработки информационно-управляющих систем). В то время абсолютно новаторскими были идеи архитектурного подхода к проектированию, идеи создания непроцедурного языка функциональных спецификаций и синтеза машинных процедур их обработки. Тульское НПО «ОКА», Калининское СПКБ АСУ, ГИВЦ Министерства просвещения СССР и другие проектные и научные организации успешно использовали экспериментальную версию АРИУС. В 1988 г. работы по программно-математическому обеспечению АРИУС были завершены, приняты межведомственной комиссией, рекомендованы для промышленного применения и приобретены Академией наук ВНР. К сожалению, перестройка в стране прервала работы по перспективному направлению.

В 1991 г. в журнале «Автоматика и телемеханика» В.Л. Эпштейн опубликовал статью «Гипертекст – новая парадигма информатики». В то время слово «гипертекст» мало кто знал, сеть Интернет делала первые шаги, а «всемирная паутина» попросту не существовала. Тем не менее директор ИПУ академик В.А. Трапезников поддержал это направление, лаб. № 37 приступила к поисковым работам в этой новой области фундаментальных исследований и вскоре была переименована в Лабораторию гипертекстовых систем представления знаний. Заслуживают внимания результаты, полученные в то время В.Л. Эпштейном: система основных понятий и терминов антропоцентрического информационного взаимодействия; комплекс выполненных в лаб. № 37 прикладных разработок, в том числе гипертекстовая база знаний фрагмента структурной теории распределённых систем А.Г. Бутковского; «ноу-хау» электронного представления научных публикаций для маркетинга и реализации по каналам сети Интернет.

В последние годы жизни научные интересы В.Л. Эпштейна были связаны с проблемами гипермедиального представления знаний и научных коммуникаций в информационном пространстве «всемирной паутины» Интернета (*Эпштейн В.Л. Предвидимое будущее научных журналов // Проблемы управления. 2004. № 1. С. 2–15*).

В.Л. Эпштейн является автором более 150 публикаций, в том числе монографий «Потоки информации в системах управления» и «Языковые средства архитектора АСУ», выдержавших несколько изданий. Он был автором и создателем компакт-дисков, посвящённых 60- и 65-летию ИПУ РАН.

**ВЛАДИМИР НИКОЛАЕВИЧ КУЛИБАНОВ**

Владимир Николаевич Кулибанов родился в г. Загорске (ныне Сергиев Посад) Московской области. Окончил Московский авиационный институт (МАИ) в 1961 г. и аспирантуру Института автоматизации и телемеханики в 1966 г. С 1966 по 2006 г. работал младшим, старшим научным сотрудником и заведующим лаб. № 19, был ближайшим соратником основателя лаборатории М.В. Меерова. В 2000 г. В.Н. Кулибанов защитил диссертацию на соискание учёной степени доктора физико-математических наук, в 2002 г. ему присвоено звание профессора.

За время научной и педагогической деятельности им опубликовано более 80 научных статей и 3 монографии. Полученные В.Н. Кулибановым результаты в области качественных исследований многосвязных систем оптимального управления легли в основу текущих и перспективных исследований лаборатории на многие годы вперёд. Цель – создание обладающих универсальными свойствами и мировым приоритетом отечественных программных комплексов для решения задач моделирования и управления сложными многосвязными системами большой размерности.



**05.04.1938 – 25.04.2006**

## АНДРЕЙ ВИТАЛЬЕВИЧ МАЛИШЕВСКИЙ



**17.03.1943 – 04.09.1997**

Родился в Москве в семье преподавателя Военной академии им. Дзержинского. Дед – инженер, из дворян, в 1939 г. был репрессирован и погиб в лагере. Окончив МФТИ в 1966 г., Андрей Витальевич был распределён в ИАТ, в лабораторию М.А. Айзермана, где проработал более 30 лет. В 1971 г. защитил кандидатскую. Уже сделав много работ докторского уровня, признанных в мире, долго не хотел заниматься диссертацией – жалел время. Настоящих друзей и коллег действовали слабо: докторскую он защитил только в 1995 г.

Работы Андрея Витальевича – а занимался он построением и анализом математических моделей в управлении, социальных науках и экономике (автоматы, многоагентные и другие динамические системы, игры многих лиц, полезность, выбор, голосование, причинность и др.) – всегда были на переднем крае мировой науки, некоторые опережали время.

Одним из первых в СССР он стал заниматься кибернетическим анализом механизмов демократии, вторгаясь в область, полностью оккупированную марксистско-ленинской идеологией.

Модели, разрабатываемые Малишевским, были настолько фундаментальны и глубоки (и одновременно просты), что развиваемую им науку можно было бы назвать математической философией.

С.С. Аверинцев как-то заметил, что величие, даже по этимологии слова, означает скорее масштаб, чем совершенство. Это замечание приведено здесь не для оценки личности Малишевского, а потому, что различие понятий масштаба и совершенства было для него значимо. При всей общности изучаемых им моделей главным критерием в науке Андрей Витальевич полагал второе – точность, всесторонность и глубину анализа – то, что Аверинцев обозначил словом «совершенство». Первое (масштаб) в науке не поддаётся непосредственному измерению и, если не подкреплено вторым, достаточно сомнительно. И наоборот: серьёзные научные продвижения нередко начинаются с углублённого исследования проблем, которые, как кажется большинству, не лежат на магистральных путях и не выделяются своим масштабом. Сказанное вовсе не означает, что Андрей Витальевич заботился исключительно о качестве анализа, что ему было безразлично, какие научные задачи решать. Нет, наука была для него не просто решением трудных задач, а прямым продолжением никогда не прерывавшихся размышлений о жизни, устройстве мира и рациональности в поведении людей. В этом смысле он был первопроходцем, шёл по целине. Поэтому абсолютно справедливы слова, написанные о нём Нобелевским лауреатом Амартьей Сенем: «Андрей Малишевский был выдающимся интеллектуалом, замечательным учёным, генератором идей и новатором в своей технической работе». Другое дело, что развитие науки часто

подвержено влиянию моды и стереотипов, и за первопроходцем не всегда устремляются бодрые отряды последователей.

«Почин», заключённый в ранних работах Малишевского, посвящённых проблемам выбора и голосования, был подхвачен: перспективность этих работ оценил М.А. Айзерман, и, по существу, это определило центральное направление исследований в руководимой им лаборатории на 30 лет вперёд.

Примерно в 1969 г., исследуя вопросы устойчивости социальных систем, Малишевский получил теорему о «триумфальном пути» (другое название – «тотально-мажоритарный путь»). Согласно этой теореме последовательность коллективных решений, принимаемых почти единогласно, может привести общество к состоянию, которое для всех без исключения голосующих значительно хуже исходного. Более того, он показал, что для общества с достаточно богатым пространством состояний и любой пары его состояний всегда существует «триумфальный путь», ведущий из первого состояния во второе, что означает почти безграничную возможность манипулирования коллективными решениями со стороны всякого рода «президиумов». Эта теорема и особенно её доказательство позволяют чётко разделить понятия демократии и охлократии (власти толпы), которая может быть замаскированной формой автократии. Демократия подразумевает защиту законных прав меньшинства, «каждого», даже если это противоречит желаниям подавляющего большинства. Если бы Малишевский жил на Западе, одной этой теоремы было бы достаточно, чтобы сделать его имя знаменитым. Однако в СССР времён «застоя» такие работы не приветствовались, а позже этот результат уже вошёл в научный фольклор, был переоткрыт (в несколько иной формулировке) на Западе, и Андрей Витальевич считал неуместным к нему возвращаться. В результате теоремы о «триумфальном пути» нет ни в одной из публикаций Малишевского. О ней писали другие, как правило, не ссылаясь на автора.

Сам же Андрей Витальевич огромную часть времени отдавал редактированию, рецензированию и реферированию чужих работ – на это, в отличие от докторской, сил не жалел. Часто его вклад в рецензируемую или редактируемую рукопись был сравним с авторским. Будучи верен себе, он и здесь добивался совершенства, хотя исходный материал к этому не всегда располагал.

Административную работу ненавидел. Но когда стало необходимо, взял на себя обязанности заведующего лабораторией. В эти годы (1995–1997) прожить на «научную» зарплату было трудно даже самому научному работнику, не говоря о семье, и процесс разрушения науки шел стремительно. Андрей Витальевич крайне тяжело переживал и то, что в «новой свободной России» наука погибает, и то, что он как руководитель лаборатории не может ни остановить деградацию, ни элементарно помочь людям.

Малишевским опубликовано немногим более 50 научных работ. В них многократно обдуманно и выверено каждое слово. Эти работы относятся к разным областям, а объединяет их то, что почти всегда это исследования свойств систем взаимодействующих элементов. Иногда элементы – это тоже свойства, и тогда изучаются свойства второго порядка. Моделируя различные явления, Андрей Витальевич всегда руководствовался принципом «идти от жизни, а не от высшего образования» и часто получал удивительные результаты на самых простых моделях, практически «на пальцах».

Примерно две трети работ А.В. Малишевского вошли в его книгу «Качественные модели в теории сложных систем» (М.: Наука; Физматлит, 1998), составленную друзьями и вышедшую уже после его смерти. Среди текстов, не включённых в это издание из-за ограниченности объёма, следует, прежде всего, отметить серию препринтов по теории выбора, написанных совместно с М.А. Айзерманом.

Андрей Витальевич был интеллигентом и неконформистом, никогда не шёл на компромиссы в вопросах добросовестности и порядочности. Он защищал «Белый дом» в августе 1991-го, был одним из ближайших и надёжнейших друзей Андрея Дмитриевича Сахарова и Елены Георгиевны Боннер. Эта дружба стала особенно тёплой в годы горьковской ссылки Сахарова. И Елена Георгиевна, и большинство друзей и коллег Малишевского запомнили его интереснейшим собеседником, способным видеть взаимосвязи явлений, ускользающие от других. Даже его застольные тосты часто становились маленькими шуточными исследованиями, в которых проявлялись его разносторонность, душевная тонкость и глубина.

## МАРК АЛЕКСАНДРОВИЧ КРАСНОСЕЛЬСКИЙ

Выдающийся математик, создатель основ современного подхода к задачам нелинейного анализа, прекрасный и необычайно заботливый педагог, воспитавший несколько поколений высокопрофессиональных и одарённых специалистов.



27.04.1920 – 13.02.1997

Родился он на Украине в г. Староконстантинове. По окончании школы поступил на физико-математический факультет Киевского университета. Окончил его в 1942 г. уже в Казахстане, в эвакуации. Затем 4 года служил в Советской армии: преподавал в Рязанском артиллерийском училище, эвакуированном в военные годы в г. Талгар Алма-Атинской области. В 1946 г. Марк Александрович демобилизовался в звании лейтенанта и в августе того же года переехал в Киев. Здесь он несколько месяцев работал преподавателем начертательной геометрии Киевского автодорожного института, затем – младшим научным сотрудником в Институте математики Украинской академии наук.

В послевоенные годы в Киеве М.А. Красносельский оказался в одном из центров бурной научной жизни страны. Здесь, в Институте математики, он слушал лекции и участвовал в семинарах выдающихся учёных, среди которых были Н.Н. Боголюбов, А.Н. Колмогоров, М.Г. Крейн, Б.В. Гнеденко, М.А. Лаврентьев, А.Ю. Ишлинский, Н.В. Ефимов, А.Г. Курош, В.Е. Лошкарёв и др.

В 1948 г. М.А. Красносельский защитил кандидатскую диссертацию по теории расширения эрмитовых операторов, а в 1950 г. – докторскую, по топологическим методам нелинейного анализа.

В 1953 г. он переехал в Воронеж, где на протяжении последующих 15 лет возглавлял кафедру функционального анализа сначала на физико-математическом, затем на математико-механическом факультете местного университета. Здесь, в Воронеже, начал работать его знаменитый семинар по нелинейному анализу, известность которого выходила далеко за пределы города. Воронежский период научной деятельности М.А. Красносельского чрезвычайно плодотворен. Круг его научных интересов непрерывно расширяется и охватывает многие главы современной математики. Марк Александрович открывает ряд научных направлений, дальнейшее развитие которых создало основы современного нелинейного анализа. Он читает на факультете ряд основных и специальных курсов, руководит семинарами.

В 1968 г. М.А. Красносельский переехал из Воронежа в Москву и поступил на работу в Институт автоматики и телемеханики АН СССР. Здесь Марк Александрович организовал Лабораторию математических методов анализа сложных систем, в которую пригласил своих любимых воронежских учеников: А.В. Покровского, Н.А. Бобылёва и др. Специфика тематики Института вскоре нашла явное отражение в прикладном характере ряда направлений иатовского периода научной дея-

тельности М.А. Красносельского и его коллектива. Они начинают заниматься нелинейными проблемами теории управления, математическими моделями гистерезиса и многим другим. Здесь же он прочитал несколько циклов лекций по функциональному анализу и современным методам нелинейного анализа. Эти лекции собирали почти полный Малый конференц-зал.

В середине 70-х гг. Марк Александрович предложил обширную программу исследования систем с гистерезисом и привлёк к её выполнению большую группу своих учеников (А.В. Покровский, В.С. Козякин, П.П. Забрейко, А.Ф. Клепцын, Е.А. Лифшиц, Н.И. Грачев, Д.И. Рачинский, В.В. Черноуцкий и др.). Эта программа была связана с введением специальных математических операций, формализующих различные чисто феноменологические модели гистерезиса в теории пластичности, магнетизме и др. Её реализация потребовала решения нескольких необычных математических задач: были выделены и изучены виброустойчивые уравнения; проанализирована возможность выделения отвечающих индивидуальным винеровским процессам индивидуальных траекторий решений стохастических дифференциальных уравнений; исследована роль условий Фробениуса для стохастических уравнений и т.д. В построенную теорию уложились практически все классические модели гистерезиса. Она позволила редуцировать феноменологические модели гистерезиса (конструктивного, магнитного, пластического и др.) в удобные для использования математические модели.

В 1990 г. М.А. Красносельский перешёл на работу в Институт проблем передачи информации АН СССР (ИППИ), а руководство созданной им в ИПУ лабораторией взял на себя один из его любимых учеников Николай Антонович Бобылёв. В ИППИ, как и в ИПУ, первоклассные результаты М.А. Красносельского в абстрактных математических направлениях перемежались с работами прикладной направленности (изучение динамики систем с гистерезисом, теория импульсных рассинхронизованных систем, исследование систем с неполными коррекциями и др.).

За более чем полувековую научную деятельность Марк Александрович написал более 300 научных работ и 14 монографий.

Среди его учеников такие крупные математики, как Н.А. Бобылёв, П.П. Забрейко, Е.А. Лифшиц, А.В. Покровский и многие другие (только докторов физико-математических наук более 30). Марк Александрович никогда не жалел времени на пестование одарённых людей. Иногда он превращал занятия математикой, да и сам процесс воспитания в круглосуточный. Для чего очень стоило общее увлечение Марка Александровича и его учеников – рыбалка. Собирая своих любимых студентов и аспирантов на рыбную ловлю, в промежутках между насаживаниями наживки и подсечками зазевавшейся добычи он вёл с учениками нескончаемые беседы о математике.

## НИКОЛАЙ АНТОНОВИЧ БОБЫЛЁВ

Николаю Антоновичу Бобылёву принадлежит ряд важнейших результатов в различных областях нелинейного анализа, теории оптимизации и управления. Им был создан гомотопический метод исследования экстремальных задач, в основе которого лежит открытый Бобылёвым принцип инвариантности минимума. Деформационный метод привёл к существенным продвижениям в классических областях математики (доказательство различных неравенств, их усиления и обобщения, точные константы в неравенствах, новые подходы к исследованию устойчивости градиентных, потенциальных и гамильтоновых систем). Метод оказался полезным и эффективным в исследовании задач математической физики, вариационного исчисления, задач математического программирования (анализ устойчивости решений, новые достаточные признаки минимума, алгоритм исследования вырожденных экстремалей, связь теорем единственности краевых задач с признаками минимума интегральных функционалов). На его основе была решена известная проблема Улама о корректности вариационных задач.



28.11.1947 – 17.12.2002

Другое направление деятельности Н.А. Бобылёва – теория топологических инвариантов и её приложения к задачам хаотической динамики. Им был разработан бесконечномерный вариант теории Пуанкаре о топологическом индексе устойчивого состояния равновесия, который имеет многочисленные приложения. В частности, Николай Антонович установил, что уравнения Гинзбурга–Ландау, описывающие поведение сверхпроводника во внешнем магнитном поле, имеют неизвестное ранее неустойчивое решение, отвечающее седловой точке интеграла общей энергии сверхпроводника. Бобылёвым предложена методика локализации предельных циклов в системах с хаотическим поведением траекторий, основанная на методах нелинейного функционального анализа.

Эффективным инструментом исследования нелинейных задач теории колебаний явились предложенные Н.А. Бобылёвым и М.А. Красносельским теоремы родственности. Эти теоремы связывают топологические характеристики нулей различных векторных полей, возникающих при исследовании конкретной задачи. Теоремы нашли приложение в задачах о сходимости приближённых методов построения периодических колебаний систем автоматического регулирования, задачах о периодических колебаниях систем с запаздыванием, при оценивании числа колебательных режимов. Н.А. Бобылёв исследовал сходимость и диапазон применимости различных численных методов решения нелинейных задач (метод гармонического баланса, метод механических квадратур, метод коллокации, метод Галёркина, фактор-методы, градиентные методы).

Н.А. Бобылёв решил ряд важных практических задач теории управления. В частности, им разработан оригинальный подход к построению кусочно-линейных функций Ляпунова для систем с непрерывным временем, получена оценка радиуса устойчивости для широких классов конечномерных и бесконечномерных динамических систем.

Профессор, доктор физико-математических наук, заведующий Лабораторией математических методов исследования сложных систем (№ 61) Института проблем управления РАН Н.А. Бобылёв вёл большую научно-организационную работу. Он являлся членом редколлегии журналов «Автоматика и телемеханика» и «Дифференциальные уравнения», членом специализированных диссертационных советов в ИПУ и ИППИ, членом Экспертного совета по управлению, вычислительной технике и информатике ВАК России. Н.А. Бобылёв уделял большое внимание становлению новых научных кадров. Под его руководством подготовлено 12 кандидатов физико-математических наук. Он руководил семинаром «Методы нелинейного анализа в теории управления» в ИПУ, преподавал в МГУ и в МФТИ, где читал курсы по современному нелинейному анализу, функциональному анализу и их приложениям.

## СЕРГЕЙ КОНСТАНТИНОВИЧ КОРОВИН

Сергей Константинович Коровин пришёл в ИАТ по окончании МФТИ в 1969 г. и работал в Институте до 1975 г. сначала инженером, затем младшим научным сотрудником. Здесь же без отрыва от производства учился в аспирантуре (1971–1974), защитил в ИАТе кандидатскую диссертацию «Алгоритмы оптимизации на скользящих режимах» (1975).

С 1975 по 1996 г. работал в Институте системного анализа (ИСА) в должностях от ведущего инженера до главного научного сотрудника. В 1984 г. защитил в ИСА диссертацию на степень доктора технических наук на тему «Системы управления с автоматически регулируемыми связями».

В 1989 г. С.К. Коровин перешёл на работу в МГУ им. М.В. Ломоносова, с 1996 г. – штатный профессор кафедры нелинейных динамических систем и процессов управления факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ.



24.05.1945 – 07.12.2011

Член-корреспондент РАН (1994), действительный член РАН (2000), член ряда общественных академий. Лауреат Государственной премии РФ (1994, 2010), премии Совета министров СССР (1981), премии РАН им. А.А. Андропова (2000), Ломоносовской премии МГУ по науке I степени (2002).

Сергей Константинович был членом редколлегии журналов РАН: «Дифференциальные уравнения», «Доклады Академии наук», «Автоматика и телемеханика», «Искусственный интеллект и принятие решений», «Информатика и её применения», «Вычислительные технологии» (СО РАН), «Вестник РФФИ» и «Вестник МГТУ: естественные науки». Был членом бюро Отделения нанотехнологий и информационных технологий РАН, председателем секции по информатике Комиссии РАН по золотым медалям и премиям РАН для молодых учёных, членом специализированных советов по присуждению учёных степеней и званий (МГУ, ИСА РАН), членом советов по математике и информатике Министерства образования и науки РФ, председателем секции по информатике Комиссии РАН по стандартам образования и учебникам общего и высшего образования в РФ, членом бюро НКАУ, председателем экспертного совета № 7 РФФИ.

Основные научные результаты С.К. Коровина относятся к теории управления сложными динамическими системами и получены в следующих направлениях: разрывная самооптимизация; глобальная управляемость и стабилизируемость нелинейных систем; робастная устойчивость; дискретные системы переменной структуры; динамические системы с автоматически регулируемыми связями; новые типы обратной связи; стабилизация дискретных сингулярно-возмущённых систем; геометрические методы исследования систем управления и оптимизации;

скользящие режимы высших порядков, наблюдение при неопределённости, стабилизация билинейных систем, робастное обращение динамических систем.

В МГУ С.К. Коровин читал курсы лекций «Теория обратной связи», «Введение в теорию стабилизации нелинейных динамических систем», «Математические основы теории управления»; руководил семинаром МГУ «Нелинейные динамические системы: качественный анализ и управление». Подготовил 15 кандидатов и двух докторов наук. Имеет государственные награды.

Автор 260 научных работ, в том числе 50 авторских свидетельств. Среди основных публикаций монографии: *N.A. Bobylev, Y. Burman, S. Korovin. Approximation Procedures in Nonlinear Oscillation Theory.* Berlin; New York: Walter de Gruyter, 1994; *S.V. Emelyanov, S.K. Korovin, I.G. Mamedov. Sampled-data Variable Structure Systems. Discrete and Digital.* CRC Press Inc. USA, 1995; *Н.А. Бобылёв, С.К. Коровин. Топологические методы в вариационных задачах.* М.: ВМК МГУ, 1997; *S.V. Emelyanov, S.K. Korovin. Control of Complex and Uncertain Systems.* London: Springer-Verlag-London Ltd, 2000; *Н.А. Бобылёв, С.В. Емельянов, С.К. Коровин. Геометрические методы в вариационных задачах.* М.: Магистр, 1998; *С.В. Емельянов, С.К. Коровин, Н.А. Бобылёв, А.В. Булатов. Гомотопии экстремальных задач.* М.: Наука, 2001; *Н.А. Бобылёв, С.В. Емельянов, С.К. Коровин. Методы нелинейного анализа в задачах управления и оптимизации.* М.: УРСС, 2002; *С.В. Емельянов, С.К. Коровин, В.В. Фомичёв, А.С. Фурсов. Задачи и теоремы по теории линейной обратной связи.* М.: Изд-во МГУ, 2004; *С.К. Коровин, В.В. Фомичев. Наблюдатели состояния для линейных систем с неопределённостью.* М.: Физматлит, 2007; *Л.П. Мышляев, С.В. Емельянов, С.К. Коровин и др. Методы идентификации промышленных объектов в системах управления.* Кемерово; М.: Российские университеты, 2007; *С.К. Коровин, С.В. Емельянов, Л.П. Мышляев. Теория и практика прогнозирования в системах управления.* Кемерово; М.: Российские университеты, 2008.

## АЛЕКСАНДР АРТЁМОВИЧ АМБАРЦУМЯН

Александр Артёмович Амбарцумян родился в станице Вознесенская Малгобекского района Чечено-Ингушской АССР и по происхождению всю жизнь считал себя казаком. Он и был казаком – человеком сильным, мужественным, решительным, постоянно стремившимся к достижению поставленной перед самим собой цели. Человеком, судьбой которого стала работа в науке управления.

В 1966 г. окончил Омский политехнический институт по специальности «инженер-механик по автоматизации производственных процессов». В 1970–1973 гг. был аспирантом Института проблем управления по специальности «техническая кибернетика». В 1973 г. защитил кандидатскую диссертацию на тему «Автоматизация проектирования иерархических структур дискретных управляющих устройств на наборе унифицированных блоков (на

примере технологического оборудования машиностроения)». В 1997 г. Александр Артёмович защитил докторскую диссертацию на тему «Концепция, методы и инструментальные средства сквозного проектирования логических алгоритмов в системах управления потенциально опасными технологическими процессами». В 1998 г. ему присвоено учёное звание профессора по специальности «математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов, систем и сетей».

Считал себя учеником М.А. Гаврилова (МАГа), которого и сменил на посту зав. лаб. № 3, после смерти МАГа, последовавшей в 1979 г.

Александр Артёмович был известным учёным в области информационных технологий управления потенциально опасными технологическими процессами, системотехники АСУ ТП и логического управления. Им опубликован ряд монографий и около 130 статей в ведущих научных журналах. Его работы отличаются высоким теоретическим уровнем и теснейшая связь с практическими задачами.

А.А. Амбарцумяном разработаны оригинальные модели логических алгоритмов, учитывающие специфику распределённых систем управления (структурированные автоматы и след автомата), сформулированы критерии и методы проверки корректности логических алгоритмов на сетях Петри; получены оценки сложности структурирования логических алгоритмов. В 2000–2007 гг. им выдвинута концепция и сформулированы принципы создания нового типа автоматизированных систем – систем, защищённых от ошибок человека. Это стало серьёзным вкладом в научную базу разработки АСУ ТП нового поколения с высокой степенью автоматизации, безопасности и качества управления технологическими процессами.

Теоретические результаты А.А. Амбарцумяна и его опыт были востребованы в ряде проектов АСУ ТП, в том числе в системном проекте АСУ ТП АЭС «Бушер». Под его руководством созданы СПА-ПС – средства программируемой автоматики (в 1994–1997 гг. освоены в серийном производстве на



**31.10.1943 – 21.07.2012**

ОАО «Автоматика», г. Омск). С 1997 г. СПА-ПС используются в проектах распределённых и сосредоточенных автоматизированных систем, важных для безопасности, на объектах атомной и тепловой энергетики, газонефтедобывающей и перерабатывающей промышленности.

Профессор А.А. Амбарцумян активно занимался педагогической и научно-организационной деятельностью. Он был председателем ГАК кафедры ИУ-3 МГТУ им. Н.Э. Баумана, членом редколлегии журнала «Проблемы управления», членом Учёного совета Института и одного из диссертационных советов ИПУ РАН.

## МИХАИЛ ВЛАДИМИРОВИЧ ДОНСКОЙ

В 1970 г. Михаил Владимирович Донской окончил механико-математический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова. В 1974 г. стал кандидатом физико-математических наук.

В 1970–1977 гг. Михаил Донской работал старшим научным сотрудником Института проблем управления АН СССР.

Был одним из основных разработчиков шахматной программы «КАИССА», выигравшей в 1974 г. первый чемпионат мира среди шахматных программ.

С 1977 г. работал заведующим лабораторией Института системного анализа РАН.

В 1982–1988 гг. М.В. Донской был главным системным программистом Системы управления базами данных (СУБД) ИНЕС, являясь автором архивной системы ИНЕС, установленной в большинстве компьютерных центров СССР.

В 1988 г. организовал работу над новой версией шахматной программы «КАИССА» для IBM PC, завершённой в 1990 г. В том же году она заняла 4-е место на компьютерной олимпиаде в Лондоне.

В 1989–1992 гг. Михаил Донской являлся членом совета директоров и начальником отдела СП компании «Параграф».

В 1994 г. основал компанию ДИСКo (*Donskoy Interactive Solutions Company*) и стал её генеральным директором. Компания занималась разработкой заказных программных проектов как для российских, так и для зарубежных компаний, ею создан файловый менеджер «ДИСКo Командир», программа «ДИСКo-Качалка», благодаря которой российские пользователи Интернета смогли экономить время, а также ряд других продуктов для Интернета.

Михаил Донской создал «Лексикон» нового поколения. В последние годы жизни занимался проблемами пользовательского интерфейса.

С 2000 г. был членом совета директоров компании «Арсеналь».

Был советником директора портала АКАДО.

Михаил Донской был действительным членом Российской академии Интернета. Соавтор монографий «Программирование игр» (1980), «Машина играет в шахматы» (1982).

В 1974 г. был удостоен золотой медали IFIP за разработку шахматной программы «КАИССА». Лауреат опросов «Тop-100 Российского компьютерного бизнеса» и участник программы *Technology Pioneers* Всемирного экономического форума в Давосе 2001 г.



08.08.1948 – 13.01.2009



# **ПРИЛОЖЕНИЯ:**

**даты, звания, награды**

## **Важные даты**

**16 июня 1939 г. основан Институт автоматики и телемеханики АН СССР**

**1969 г. – Ордена Ленина Институт проблем управления (автоматики и телемеханики) Минприбора СССР и АН СССР**

**1988 г. – Институт переходит в систему Академии наук СССР**

**1991 г. – Институт проблем управления РАН**

**1998 г. – Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН**

## **Основные научные направления**

- **теория систем и общая теория управления;**
- **методы управления сложными техническими и человеко-машинными системами;**
- **теория управления в междисциплинарных моделях организационных, социальных, экономических, медико-биологических и экологических систем;**
- **научные основы технологий управления подвижными объектами и навигации;**
- **теория и методы разработки программно-аппаратных и технических средств управления и сложных информационно-управляющих систем;**
- **научные основы интегрированных систем управления и автоматизации технологических процессов управления производством.**

# **УКАЗ ПРЕЗИДИУМА ВЕРХОВНОГО СОВЕТА СССР**

**О награждении Института  
автоматики и телемеханики  
(технической кибернетики)  
Министерства приборостроения,  
средств автоматизации  
и систем управления СССР  
и Академии наук СССР  
орденом Ленина**

За большие успехи в области теории  
и практики автоматического управления  
и подготовку высококвалифицированных научных кадров  
**наградить Институт**  
автоматики и телемеханики (технической кибернетики)  
Министерства приборостроения,  
средств автоматизации и систем управления СССР  
и Академии наук СССР  
орденом Ленина

Председатель Президиума Верховного Совета СССР

Н. Подгорный

Секретарь Президиума Верховного Совета СССР

М. Георгадзе

Москва, Кремль, 13 марта 1969 г.

## **Действительные члены АН СССР и РАН**

<b>Н.Н. Лузин</b>	<b>1929</b>
<b>В.С. Кулебакин</b>	<b>1939</b>
<b>А.А. Андронов</b>	<b>1946</b>
<b>Б.Н. Петров</b>	<b>1960</b>
<b>В.А. Трапезников</b>	<b>1960</b>
<b>А.А. Воронов</b>	<b>1970</b>
<b>В.С. Пугачёв</b>	<b>1981</b>
<b>С.В. Емельянов</b>	<b>1984</b>
<b>Б.Н. Наумов</b>	<b>1984</b>
<b>И.М. Макаров</b>	<b>1987</b>
<b>Я.З. Цыпкин</b>	<b>1990</b>
<b>Н.А. Кузнецов</b>	<b>1994</b>
<b>О.И. Ларичев</b>	<b>1997</b>
<b>В.А. Геловани</b>	<b>1997</b>
<b>С.К. Коровин</b>	<b>2000</b>
<b>С.Н. Васильев</b>	<b>2006</b>

## **Члены-корреспонденты АН СССР и РАН**

<b>Б.С. Сотсков</b>	<b>1960</b>
<b>М.А. Гаврилов</b>	<b>1964</b>
<b>А.М. Лётов</b>	<b>1968</b>
<b>В.В. Петров</b>	<b>1972</b>
<b>О.И. Авен</b>	<b>1984</b>
<b>П.П. Пархоменко</b>	<b>1984</b>
<b>Б.А. Березовский</b>	<b>1991</b>
<b>Ю.С. Попков</b>	<b>2000</b>
<b>Е.С. Пятницкий</b>	<b>2000</b>
<b>В.Л. Арлазаров</b>	<b>2003</b>
<b>Д.А. Новиков</b>	<b>2008</b>

## Действительные члены Академий наук

Кыргызстан	–	Н.Н. Шумиловский	1960
Эстония	–	Б.Г. Тамм	1975
Грузия	–	И.В. Прангишвили	1979
Беларусь	–	А.Г. Шашков	1980
Грузия	–	В.К. Чичинадзе	1983
Кыргызстан	–	В.П. Живоглядов	1984
Грузия	–	В.А. Жожикашвили	2002
РАМН	–	В.А. Викторов	2002

## Члены-корреспонденты Академий наук

Азербайджан	–	А.А. Абдуллаев	1969
Литва	–	Л.А. Телькнис	1980
Грузия	–	М.Е. Салуквадзе	1983
Узбекистан	–	Д.А. Абдуллаев	1984

## Почётный член ИФАК (IFAC Fellow)

д.т.н., проф. Б.Т. Поляк

2006



## Ленинские премии

- |  |   |  |
|--|---|--|
| академик Я.З. Цыпкин   | – | за работы по теории импульсных и релейных систем, 1960 г.                                    |
| д.т.н. М.А. Айзерман,<br>д.т.н. А.А. Таль,<br>к.т.н. Т.К. Ефремова,<br>к.т.н. А.А. Тагаевская,<br>Т.К. Берендс | – | за разработку Универсальной системы элементов промышленной пневмоавтоматики (УСЭПА), 1964 г. |
| академик Б.Н. Петров   | – | за участие в создании и изготовлении пилотируемых кораблей-спутников                         |

**«Восход-1» и «Восход-2», проведение их запусков и осуществление первого в мире выхода человека в космическое пространство, за участие в создании и изготовлении автоматических станций «Луна-9», «Луна-10», их запуски и осуществление мягкой посадки на поверхность Луны, передачу на Землю фотографии лунной панорамы и вывод на окололунную орбиту первого в мире искусственного спутника Луны, 1966 г.**

**академик С.В. Емельянов,  
д.т.н. Д.И. Уткин**

– за работы по теории систем с переменной структурой, 1972 г.

**академик В.А. Трапезников**

– за разработку проекта глубокой комплексной автоматизации нового класса атомных подводных лодок (Проект 705), 1981 г.

**академик А.А. Воронов**

– за труды по теории автоматического управления, синтезу цифровых вычислительных устройств для программного управления, 1988 г.

**академик В.С. Пугачёв**

– за цикл работ по статистической теории управляемых систем, 1990 г.

## **Государственные премии**



**академик В.С. Пугачёв**

– за теоретические исследования в области баллистики, 1948 г.

**д.т.н. А.Б. Челюсткин**

– за участие в работах по автоматизации листопркатных станов, 1948 г.

**академик В.А. Трапезников,  
д.т.н. Б.Я. Коган,  
д.т.н. Д.Е. Полонников,  
В.В. Гуров**

– за создание электронной моделирующей установки ЭМУ-1, 1951 г.

**д.т.н. А.А. Фельдбаум,  
д.т.н. Л.Н. Фицнер**

– за создание аналоговых вычислительных машин с нелинейными блоками, 1951 г.

- д.т.н. Ю.П. Портнов-Соколов – за участие в работах по созданию ракетоносителя, 1967 г.
- д.т.н. В.Ю. Рутковский,  
д.т.н. В.И. Попов – за создание теории и внедрение гравитационных систем стабилизации искусственных спутников Земли (ИСЗ), 1970 г.
- д.т.н. В.В. Солодовников,  
академик Б.Н. Петров,  
член-корреспондент АН СССР  
А.М. Лётов,  
член-корреспондент АН СССР  
В.В. Петров,  
д.т.н. Г.М. Уланов – за создание серии инженерных монографий «Техническая кибернетика. Теория автоматического регулирования», 1972 г.
- д.т.н. В.Ю. Кнеллер,  
д.т.н. Ю.Р. Агамалов – за развитие теории построения измерителей и преобразователей параметров объектов переменного тока, 1976 г.
- академик В.С. Пугачёв,  
д.т.н. Н.С. Райбман,  
д.т.н. В.М. Чадеев,  
Л.Ф. Исайкина – за разработку и создание адаптивной системы управления трубопрокатным станом 30-102 на Первоуральском новотрубном заводе (ПНТЗ), 1976 г.
- д.т.н. Д.И. Агейкин – за создание новой серии корабельных унифицированных датчиков, 1977 г.
- д.т.н. В.А. Викторов,  
к.т.н. Б.В. Лункин,  
В.И. Мишенин – за разработку высокочастотного резонансного метода измерения неэлектрических величин, 1977 г.
- д.т.н. А.Ф. Волков – за участие в работах по созданию образцов новой техники в области судостроения, 1981 г.
- академик Б.Н. Петров  
(посмертно),  
д.т.н. В.Ю. Рутковский,  
д.т.н. С.Д. Земляков,  
д.т.н. Б.В. Павлов,  
д.т.н. И.Н. Крутова – за создание принципов построения, теории и методов проектирования адаптивных систем, их серийное производство для классов ракет, 1981 г.

- д.т.н. Ю.П. Портнов-Соколов,  
д.т.н. А.Я. Андриенко,  
к.т.н. В.П. Иванов,  
к.т.н. А.С. Поддубный
- за разработку и создание бортовых систем терминального управления расходом топлива семейства ракетносителей, 1983 г.
- д.т.н. Г.М. Уланов
- за участие в работах по автоматизации процессов нефтедобычи, 1983 г.
- академик И.М. Макаров,  
член-корреспондент АН СССР  
О.И. Авен,  
д.т.н. А.Г. Мамиконов,  
д.т.н. В.Л. Эпштейн
- за разработку теоретических основ и методологии создания и широкого внедрения систем организационного управления с использованием ЭВМ, 1984 г.
- академик С.Н. Васильев
- за разработку метода векторных функций Ляпунова для анализа устойчивости и других динамических свойств нелинейных систем, 1984 г.
- к.т.н. А.Я. Червоненкис
- за разработку методов распознавания образов для решения задач разведки золотоносных месторождений, 1987 г.
- д.т.н. В.Н. Бурков
- за создание теории автоматизированных систем с многовариантной структурой, 1989 г.
- д.т.н. А.Н. Райков
- за участие в создании информационно-аналитического комплекса мониторинга электронных сообщений в глобальных телекоммуникационных сетях, 2007 г.

## Премии Совета Министров СССР

к.т.н. В.М. Байковский	1960
М.Л. Линский	1973
д.т.н., проф. В.Н. Бурков	1981
академик С.В. Емельянов	1981
д.т.н., проф. В.Н. Вапник	1986

## Премии Правительства России

академик С.В. Емельянов,  
академик С.К. Коровин,  
д.т.н. А.С. Рыков

- за создание современных систем автоматизации управления обогатительными фабриками и технологическими комплексами угольных шахт нового поколения (авторский коллектив: К.Г. Венгер, А.А. Ивушкин, С.В. Емельянов, С.Ф. Киселёв, С.К. Коровин, В.Л. Матросов, Л.П. Мышляев, А.С. Рыков, Г.П. Сазыкин, В.Г. Харитонов), 2010 г.

академик С.Н. Васильев

- за комплекс работ «Разработка и реализация комплексной системы опережающей подготовки высококвалифицированных инженерных кадров для модернизации и инновационного развития важнейших отраслей национальной экономики: модели подготовки, технологии обучения, совершенствование управления образовательными процессами», 2011 г.

академик С.В. Емельянов

- за работу «Разработка и внедрение научно-методического комплекса организационных и научно-практических мероприятий, обеспечивающих повышение качества математического образования студентов инженерно-технических направлений и специальностей», 2012 г.

академик С.Н. Васильев

- за создание информационно-телекоммуникационной инфраструктуры междисциплинарных научных исследований как основы экономического и социального развития восточных регионов России, 2013 г.

## Лауреаты Премии Ленинского Комсомола

член-корр. Б.А. Березовский	1978
д.т.н., проф. Т.М. Виноградская	1978
д.с.н. В.Н. Якимец	1978
д.т.н., проф. Е.Я. Рубинович	1980
к.ф.-м.н. А.П. Серебровский	1980
к.т.н. В.Б. Тулепбаев	1985
к.т.н. С.А. Кузьмин	1985

## Премии и награды Академии наук

### Премия им. А.А. Андропова

чл.-корр. АН СССР В.В. Петров	1971
д.т.н., проф. А.Г. Бутковский	1974
д.т.н., проф. М.В. Мееров	1977
д.ф.-м.н., проф. М.А. Красносельский	1983
к.ф.-м.н. А.В. Покровский	1983
академик Я.З. Цыпкин	1994
д.т.н., проф. Б.Т. Поляк	1994
д.ф.-м.н., проф. Н.А. Бобылёв	2000
академик С.В. Емельянов	2000
академик С.К. Коровин	2000

### Золотая медаль им. Б.Н. Петрова

д.т.н., проф. В.Ю. Рутковский	1983
-------------------------------	------

### Премия им. Б.Н. Петрова

д.т.н. А.Я. Андриенко	2004
д.т.н. В.П. Иванов	2004
д.т.н., проф. Ю.П. Портнов-Соколов	2004
д.т.н., проф. В.В. Кульба	2007
д.т.н. Б.В. Павлов	2007

### Премия им. П.Н. Яблочкова

член-корр. М.А. Гаврилов	1958
академик В.С. Кулебакин	1962

### Премия РАН им. К.Э. Циолковского

д.т.н., проф. В.Ю. Рутковский	2011
д.т.н. В.М. Суханов	2011
д.т.н. В.М. Глумов	2011

### Премия АН СССР и Чехословацкой АН

д.т.н., проф. В.А. Лотоцкий	1981
д.т.н., проф. Н.С. Райбман	1981
д.т.н., проф. В.М. Чадеев	1981

### Медаль РАН с Премией для молодых учёных

к.т.н. А.В. Гнедин	1986
член-корр. Д.А. Новиков	2000

## Почётные звания

### Заслуженные деятели науки и техники РСФСР

академик В.С. Пугачёв	1958
д.т.н., проф. М.А. Айзерман	1965
член-корр. М.А. Гаврилов	1965
д.т.н., проф. В.В. Солодовников	1969
академик АН Грузии И.В. Прангишвили	1981

### Заслуженные деятели науки РФ

д.т.н., проф. А.Ф. Волков	1993
д.т.н., проф. А.Г. Мамиконов	1993
д.т.н., проф. М.А. Розенблат	1993
д.т.н., проф. Н.Л. Прохоров	1995
д.т.н., проф. И.Н. Крутова	1996
д.т.н., проф. Ю.П. Портнов-Соколов	1996
д.т.н., проф. В.Ю. Рутковский	1996
д.т.н., проф. Н.П. Васильева	1997
член-корр. Ю.С. Попков	1999
д.т.н., проф. В.Ю. Кнеллер	2001
д.т.н., проф. Э.А. Трахтенгерц	2001
д.т.н., проф. В.А. Викторов	2003
д.т.н., проф. В.Ф. Кротов	2003
д.т.н., проф. А.Н. Райков	2006
д.т.н., проф. В.Н. Бурков	2008
д.т.н., проф. В.В. Кульба	2008
д.т.н., проф. А.Г. Бутковский	2010

## Заслуженный изобретатель РСФСР

к.т.н. Г.Э. Острецов 1975

## Заслуженные машиностроители РСФСР

д.т.н., проф. Е.К. Круг 1982  
 академик АН Грузии В.А. Жожикашвили 1985  
 д.т.н., проф. А.М. Петровский 1985

## Заслуженный металлург РФ

д.э.н., проф. Э.В. Ловчиновский 1995

## Государственные награды



### Герои Социалистического Труда

академик В.А. Трапезников, 1965  
 академик Б.Н. Петров, 1969  
 д.т.н., проф. М.С. Шкабардня, 1990



### Орден Ленина

академик В.С. Кулебакин, 1942, 1956  
 академик В.С. Пугачёв, 1955  
 академик Б.Н. Петров, 1958, 1961, 1967, 1969, 1975  
 академик В.А. Трапезников, 1965, 1985  
 академик Я.З. Цыпкин, 1966  
 д.т.н., проф. М.А. Боярченков, 1973  
 д.т.н., проф. М.С. Шкабардня, 1986, 1990



### **Орден Октябрьской Революции**

- академик Б.Н. Петров, 1973, 1975
- академик С.В. Емельянов, 1974
- академик В.А. Трапезников, 1975
- д.т.н., проф. Ю.П. Портнов-Соколов, 1976
- д.т.н. Д.И. Агейкин, 1981
- д.т.н., проф. М.С. Шкабардня, 1981



### **Орден Красного Знамени**

- академик А.А. Воронов, 1942
- академик В.С. Кулебакин, 1950
- академик В.С. Пугачёв, 1950

### **Орден Трудового Красного Знамени**



- академик В.С. Кулебакин, 1945
- академик Н.Н. Лузин, 1945
- академик Б.Н. Петров, 1953
- академик В.А. Трапезников, 1953, 1971
- член-корр. М.А. Гаврилов, 1954, 1971, 1973, 1975
- д.ф.-м.н., проф. М.А. Красносельский, 1961
- д.т.н., проф. Ю.П. Портнов-Соколов, 1961
- к.т.н. А.Н. Чацкий, 1961
- член-корр. П.П. Пархоменко, 1966
- академик В.С. Пугачёв, 1968
- член-корр. Б.С. Сотсков, 1968
- к.т.н. В.Н. Марков, 1969
- д.т.н., проф. Б.Г. Волик, 1971, 1981
- М.Л. Линский, 1971

д.т.н., проф. Д.Е. Полонников, 1971  
 академик АН Грузии В.А. Жожикашвили, 1974  
 член-корр. В.В. Петров, 1975, 1980  
 академик Я.З. Цыпкин, 1975  
 д.т.н. А.Я. Андриенко, 1976  
 академик АН Грузии И.В. Прангишвили, 1976, 1981  
 д.т.н., проф. М.С. Шкабардня, 1976  
 д.т.н., проф. К.Б. Норкин, 1977  
 д.т.н., проф. В.В. Солодовников, 1980  
 д.т.н., проф. С.И. Бернштейн, 1981  
 к.т.н. А.Н. Шубин, 1986



### Орден Красной Звезды

академик В.С. Кулебакин, 1936, 1944, 1958  
 академик В.С. Пугачёв, 1942, 1944  
 академик А.А. Андронов, 1942  
 член-корр. Б.С. Сотсков, 1944  
 д.т.н., проф. А.П. Шорыгин, 1944  
 к.т.н. Д.Я. Либенсон, 1944  
 д.т.н. Д.И. Агейкин, 1945



### Орден «Знак Почёта»

академик В.С. Кулебакин, 1940  
 к.т.н. И.В. Уткин, 1945  
 д.т.н., проф. А.Б. Челюсткин, 1950  
 д.т.н., проф. М.А. Айзерман, 1954  
 д.т.н., проф. В.В. Солодовников, 1954  
 к.т.н. В.Н. Марков, 1957  
 д.т.н., проф. Ю.П. Портнов-Соколов, 1957

**к.т.н. А.Н. Чацкий, 1957, 1969**  
**академик В.С. Пугачёв, 1961**  
**д.т.н., проф. В.Ю. Рутковский, 1961**  
**И.Р. Искра, 1966**  
**д.т.н., проф. А.М. Петровский, 1966**  
**академик Я.З. Цыпкин, 1966**  
**д.т.н. А.Я. Андриенко, 1969**  
**член-корр. О.И. Авен, 1971**  
**д.т.н., проф. А.Г. Мамиконов, 1971**  
**д.т.н., проф. М.В. Мееров, 1971**  
**к.т.н. Б.С. Иругов, 1973**  
**академик РАМН В.А. Викторов, 1976**  
**д.т.н. В.П. Иванов, 1976**  
**к.т.н. А.С. Поддубный, 1976**  
**д.т.н., проф. К.Б. Норкин, 1977**  
**Ф.Е. Транин, 1980**  
**д.т.н. В.А. Ведешенков, 1981**  
**д.т.н., проф. И.Е. Декабрун, 1981**  
**к.т.н. Г.Э. Острецов, 1981**  
**д.т.н., проф. В.В. Игнатущенко, 1986**

### **Орден Почёта**

**академик С.Н. Васильев, 1999**  
**академик Н.А. Кузнецов, 1999**  
**д.т.н., проф. В.Ю. Рутковский, 2011**



### **Орден Дружбы Народов**

**академик С.В. Емельянов, 1979**  
**академик В.С. Пугачёв, 1981**



академик В.А. Трапезников, 1981

к.т.н. А.Н. Шубин, 1981

д.т.н., проф. Э.Л. Ицкович, 1986

д.т.н., проф. В.Ю. Рутковский, 2011



### Орден Дружбы

академик О.И. Ларичев, 1998

академик АН Грузии И.В. Прангишвили, 1999

академик С.Н. Васильев, 2006

член-корр. Ю.С. Попков, 2008

### Орден «За заслуги перед Отечеством» III степени

академик С.В. Емельянов, 2004

### Орден «За заслуги перед Отечеством» IV степени

академик С.В. Емельянов, 1999

д.т.н., проф. М.С. Шкабардня, 2001



### Орден «Трудовой Славы» III степени

Н.Я. Рожков, 1976

### Медаль «За трудовую доблесть»

д.т.н., проф. И.Е. Декабрун, 1954

академик А.А. Воронов, 1955

к.т.н. Р.В. Билик, 1966

д.т.н. В.П. Иванов, 1966

д.т.н. М.В. Старикова, 1976

член-корр. В.Л. Арлазаров, 1977



**д.т.н., проф. Л.Е. Эпштейн, 1977**

**В.А. Бойцов, 1980**

**к.т.н. Ф.Б. Гулько, 1981**

**В.Н. Зюзина, 1981**

**Г.Г. Молчанов, 1981**

**В.И. Рогожин, 1981**

**к.т.н. И.Б. Семёнов, 1981**

**Л.Н. Горинович, 1986**

**Л.С. Захарова, 1986**

**Н.В. Петухова, 1986**

**В.И. Попок, 1986**



### **Медаль «За трудовое отличие»**

**В.А. Бойцов, 1961**

**д.т.н., проф. М.Х. Дорри, 1971**

**Л.А. Камнева, 1971**

**д.т.н., проф. Е.К. Круг, 1971**

**д.т.н., проф. И.Н. Крутова, 1971**

**д.т.н. А.Я. Андриенко, 1976**

**д.т.н. В.А. Жуков, 1976**

**к.т.н. В.К. Завадский, 1976**

**К.П. Знаменский, 1976**

**Л.Г. Кленовая, 1976**

**к.т.н. А.А. Муранов, 1976**

**к.т.н. А.Н. Чацкий, 1976**

**А.П. Шмелёва, 1976**

**Н.Н. Саванюк, 1977**

**В.С. Парадизов, 1981**

**к.т.н. М.Г. Тахтамышев, 1981**

**Е.А. Чеглаков, 1981**

**Н.И. Архипова, 1986**

**Г.А. Лукьянов, 1986**

**Г.В. Угленкова, 1986**

**М.М. Черкасова, 1986**

**М.Ю. Щегольков, 1986**

**академик С.Н. Васильев, 1988**

**Медаль Ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени**

**В.И. Попок, 1999**





# Постраничный указатель опубликованных в книге биографий

Авен Олег Иванович .....	558
Агейкин Дмитрий Иванович .....	549
Айзерман Марк Аронович .....	517
Амбарцумян Александр Артёмович .....	611
Андронов Александр Александрович .....	534
Арлазаров Владимир Львович .....	471
Артамонов Евгений Иванович .....	569
Беркович Давид Михайлович .....	595
Бернштейн Семён Исаакович .....	509
Бобылёв Николай Антонович .....	607
Браверман Эммануил Маркович .....	589
Булгаков Алексей Алексеевич .....	546
Бурков Владимир Николаевич .....	449
Бутковский Анатолий Григорьевич .....	579
Вапник Владимир Наумович и Червоненкис Алексей Яковлевич .....	450
Васильев Станислав Николаевич .....	427
Васильева Наталия Петровна .....	452
Викторов Владимир Андреевич .....	466
Виленкин Сергей Яковлевич .....	593
Вишневский Владимир Миронович .....	453
Волик Борис Григорьевич .....	455
Волков Альберт Фёдорович .....	581
Воронов Авенир Аркадьевич .....	571
Гаврилов Михаил Александрович .....	505
Гуковский Давид Эльевич .....	472
Донской Михаил Владимирович .....	613
Дорофеюк Александр Александрович .....	438
Емельянов Станислав Васильевич .....	430
Жожикашвили Владимир Александрович .....	568
Земляков Станислав Данилович .....	591
Зотов Вячеслав Дмитриевич .....	456
Иванов Юрий Николаевич .....	474
Ицкович Эммануил Львович .....	458
Кнеллер Владимир Юрьевич .....	459

Коваленков Валентин Иванович .....	502
Коган Борис Яковлевич .....	515
Коровин Сергей Константинович .....	609
Красносельский Марк Александрович .....	605
Кротов Вадим Фёдорович .....	460
Круг Елена Карловна .....	529
Кузнецов Николай Александрович .....	467
Кузнецов Олег Петрович .....	444
Кулебакин Виктор Сергеевич .....	499
Кулибанов Владимир Николаевич .....	601
Кульба Владимир Васильевич .....	446
Ларичев Олег Иванович .....	587
Лернер Александр Яковлевич .....	547
Лётов Александр Михайлович .....	575
Линский Михаил Лазаревич .....	559
Липцер Роберт Шевичевич .....	475
Лоссиевский Владимир Леонидович .....	508
Лотоцкий Владимир Алексеевич .....	442
Лузин Николай Николаевич .....	510
Макаров Игорь Михайлович .....	555
Малишевский Андрей Витальевич .....	602
Мамиконов Акоп Гаспарович .....	583
Меерков Семён Михайлович .....	477
Мееров Михаил Владимирович .....	541
Мезин Игорь Севастьянович .....	562
Наумов Борис Николаевич .....	556
Никифоров Игорь Владимирович .....	479
Новиков Дмитрий Александрович .....	433
Норкин Кемер Борисович .....	461
Овсеевич Иосиф Абрамович .....	543
Павлов Борис Викторович .....	462
Пархоменко Павел Павлович .....	440
Перельман Иосиф Исаакович .....	563
Петров Борис Николаевич .....	525
Петров Вячеслав Вячеславович .....	531
Петровский Александр Михайлович .....	553
Позин Никита Владимирович .....	561
Позняк Александр Семёнович .....	481
Поляк Борис Теодорович .....	436
Попков Юрий Соломонович .....	469

Попок Владимир Исаакович .....	482
Портнов-Соколов Юрий Петрович .....	552
Прангишвили Ивери Варламович .....	565
Пугачёв Владимир Семёнович .....	572
Пятницкий Евгений Серафимович .....	596
Райбман Наум Самойлович .....	585
Розенблат Морис Аронович .....	536
Розоноэр Лев Ильич .....	484
Рутковский Владислав Юльевич .....	448
Солодовников Владимир Викторович .....	544
Сотсков Борис Степанович .....	522
Таль Алексей Алексеевич .....	577
Трапезников Вадим Александрович .....	519
Трахтенгерц Эдуард Анатольевич .....	463
Уланов Георгий Михайлович .....	537
Уткин Вадим Иванович .....	486
Фельдбаум Александр Аронович .....	533
Фицнер Лев Николаевич .....	542
Цвиркун Анатолий Данилович .....	464
Цыпкин Яков Залманович .....	538
Челюсткин Александр Борисович .....	578
Чернышёв Александр Алексеевич .....	495
Шкабардня Михаил Сергеевич .....	434
Шорин Александр Фёдорович .....	497
Шубин Анатолий Николаевич .....	584
Шубладзе Александр Михайлович .....	592
Шумиловский Николай Николаевич .....	513
Щипанов Георгий Владимирович .....	512
Эпштейн Владимир Лазаревич .....	599
Яшин Анатолий Иванович .....	488