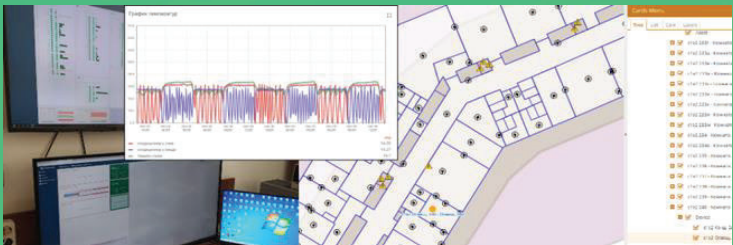
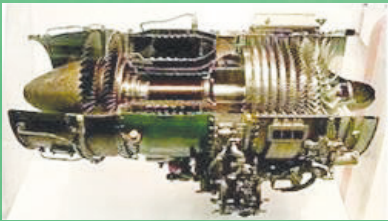
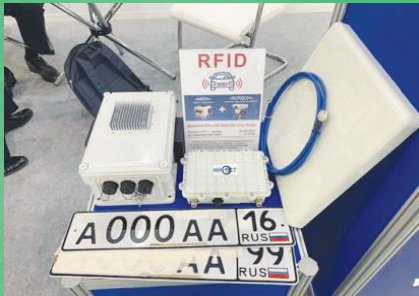
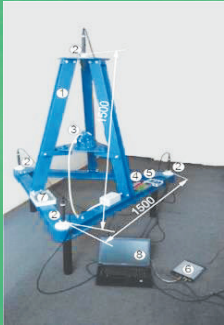
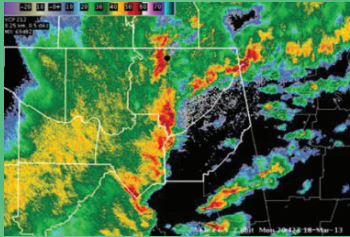
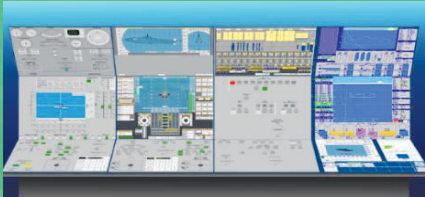


85 ЛЕТ

**ИНСТИТУТ
ПРОБЛЕМ УПРАВЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

**ПРИКЛАДНЫЕ
РАЗРАБОТКИ**





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

ПРИКЛАДНЫЕ РАЗРАБОТКИ



2-е издание, расширенное и дополненное

**Москва
ИПУ РАН
2024**

УДК 007: 681.5: 681.3: 658.5 (03)

ББК 32.81: 32.965: 20

И57

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук: прикладные разработки / Ин-т проблем управления им. В.А. Трапезникова; редкол.: акад. РАН Д.А. Новиков (гл. ред.) и др. – 2-е изд.: расширен. и доп. – М.: ИПУ РАН, 2024. – 192 с. – ISBN 978-5-91450-275-8. – Текст: непосредственный.

Издание содержит информацию о прикладных разработках Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук (ИПУ РАН) – об истории и текущем состоянии опыта внедрения результатов разработки и развития теории и систем управления в авиационной и космической отраслях, в промышленности и энергетике, в системах безопасности, в геоинформационных системах и др.

Издание предназначено для специалистов в области теории систем управления и ее приложений.

Главный редактор: академик РАН Д.А. Новиков

Зам. главного редактора: д.т.н. А.О. Калашников

Редакционная коллегия: к.ф.-м.н. И.Н. Барабанов, к.т.н. З.К. Авдеева, д.т.н. А.С. Мандель

Архивные фотографии: из фондов ИПУ РАН, В.М. Бабилов, В.М. Кондаков, М.В. Пятницкая

ISBN 978-5-91450-275-8

© ИПУ РАН, 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
ПРИКЛАДНЫЕ РАЗРАБОТКИ В XX ВЕКЕ	9
СОВРЕМЕННЫЕ ПРИКЛАДНЫЕ РАЗРАБОТКИ	14
1. УПРАВЛЕНИЕ ПОДВИЖНЫМИ ОБЪЕКТАМИ	14
1.1. ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ЭКИПАЖА ВОЗДУШНОГО СУДНА НА ВЗЛЕТНО-ПОСАДОЧНЫХ РЕЖИМАХ	14
1.2. УПРАВЛЕНИЕ ТРАЕКТОРИЕЙ И СКОРОСТЬЮ САМОЛЕТА С УЧЕТОМ ПОСТОЯННЫХ И ДИНАМИЧЕСКИХ ОГРАНИЧЕНИЙ.....	16
1.3. БОРТОВЫЕ ТЕРМИНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВНУТРИБАКОВЫМИ ПРОЦЕССАМИ	18
1.4. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КЛАССОМ МНОГОРЕЖИМНЫХ, МНОГОЦЕЛЕВЫХ МОРСКИХ ПОДВИЖНЫХ ОБЪЕКТОВ	20
1.5. СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СТЕНД ДЛЯ РАЗРАБОТКИ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ ПОДВОДНОЙ ЛОДКОЙ	22
1.6. СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СТЕНД ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ СУДОВ	23
1.7. СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ БЛОКОВ УПРАВЛЕНИЯ МОДУЛЬНЫМИ МНОГОМОТОРНЫМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ПЛАТФОРМАМИ	24
1.8. ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ	25
1.9. СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИСПЫТАНИЙ ЖИДКОСТНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ	27
1.10. СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ, СИСТЕМ И КОМПЛЕКСОВ КОРАБЛЯ	29
2. УПРАВЛЕНИЕ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ЭНЕРГЕТИКЕ	30
2.1. САМОНАСТРАИВАЮЩИЙСЯ ПИД-РЕГУЛЯТОР НА ОСНОВЕ ЧАСТОТНОГО АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ	30
2.2. УСТАНОВКИ ДЛЯ БЫСТРОГО ПРОИЗВОДСТВА СЛОЖНЫХ ПРОТОТИПОВ ДЕТАЛЕЙ МЕТОДОМ ПОСЛОЙНОГО ОТВЕРДЕВАНИЯ ПОЛИМЕРОВ	32
2.3. УПРАВЛЕНИЕ РАЗРАБОТКОЙ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ ЗАПАСОВ НЕФТИ И ГАЗА	34
2.4. ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ, ГОТОВНОСТИ И РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ДОБЫЧИ, ПОДГОТОВКИ И ТРАНСПОРТИРОВКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА	36
2.5. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЕКТНОГО АНАЛИЗА КОНТРОЛЕПРИГОДНОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ САМОЛЕТОВ	38
2.6. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПЛАЗМОЙ В ТОКАМАКАХ	40
2.7. НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ МЕХАНИЗМОВ, АГРЕГАТОВ И МАШИН	42
2.8. ИНТЕГРАЦИОННАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ АСУ ТП – СИСТЕМА ОПЕРАТОР	43
2.9. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	45

2.10. УПРАВЛЕНИЕ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	47
2.11. КИБЕРФИЗИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В РЫБНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ	49
3. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА УПРАВЛЕНИЯ	51
3.1. СТРУЙНАЯ ТЕХНИКА	51
3.2. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ДОЗИРОВАНИЯ ЖИДКОСТЕЙ «САД-1М»	53
3.3. РЕЗЕРВНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НЕЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ	55
3.4. АНИЗОТРОПНЫЕ ТОНКОПЛЕНОЧНЫЕ МАГНИТОРЕЗИСТИВНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ И ТОКА	57
3.5. ПРИВЯЗНАЯ ВЫСОТНАЯ БЕСПИЛОТНАЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННАЯ ПЛАТФОРМА ДЛИТЕЛЬНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ	59
3.6. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ НА АВТОДОРОГАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ RFID-ТЕХНОЛОГИЙ И ШИРОКОПОЛОСНЫХ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ	64
3.7. ИНТЕРФЕЙСЫ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫХ СИСТЕМ	67
3.8. ПОЛЕТНЫЙ КОНТРОЛЛЕР ДЛЯ БПЛА МУЛЬТИРОТОРНОГО ТИПА НА РОССИЙСКОМ МИКРОКОНТРОЛЛЕРЕ	71
3.9. ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКТ МИКРОБЛОЧНОЙ АППАРАТУРЫ ДЛЯ АСУ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ	72
3.10. МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ НЕОБИТАЕМЫЙ ПОДВОДНЫЙ АППАРАТ НПА «ВОДЯНОЙ-1»	73
4. УПРАВЛЕНИЕ В ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ	76
4.1. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА УСЛОВИЙ ПРОЖИВАНИЯ В РЕГИОНЕ И УДОВЛЕТВОРЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ АДМИНИСТРАЦИИ	76
4.2. ИНДЕКСЫ ЦЕНТРАЛЬНОСТИ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ	78
4.3. МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТОРНАДО	80
4.4. ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЕМ ГОРОДА	81
4.5. КОМПЛЕКС МЕХАНИЗМОВ ОТРАСЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ, ВКЛЮЧАЯ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ И ПРОГРАММАМИ	83
4.6. СИСТЕМА АНАЛИЗА ОНЛАЙНОВЫХ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ	84
4.7. КОМПЛЕКС МОДЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ СТРАТЕГИЧЕСКИМ РАЗВИТИЕМ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ	86
4.8. МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ, ПРОГНОЗА И ОЦЕНИВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ СЛУЧАЙНЫХ СЕТЕЙ	88
5. СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ	90
5.1. ПРОГРАММНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС СЦЕНАРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ «ПОЛЮС»	90
5.2. ПРОГРАММНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС OMOLE: СЕРВИС И ОТКРЫТЫЙ ПОРТАЛ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ	93

5.3. ПОДСИСТЕМА ЗАЩИТЫ ОТ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ДОСТУПА СИСТЕМЫ ВЕРХНЕБЛОЧНОГО УРОВНЯ АЭС	94
5.4. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТ РАСЧЕТА РИСКОВ ОТ КИБЕРАТАК – КАЛЬКИБЕР	95
5.5. ПРОТОТИП СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ЗАЩИЩЕННОСТИ ОБЪЕКТА С ОБЛАЧНОЙ ИНФРАСТРУКТУРОЙ	96
5.6. ПРОТОТИП СИСТЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ИНФРАСТРУКТУР С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ОБЪЕКТОВ ДРУГ НА ДРУГА	97
5.7. СИСТЕМА ОБЪЯВЛЕНИЯ В МЕЖДУНАРОДНЫЙ РОЗЫСК ФИЗИЧЕСКИХ ЛИЦ ПО ЛИНИИ ИНТЕРПОЛА	98
5.8. СРЕДСТВО ПЕРЕНОСА ДАННЫХ МЕЖДУ СЕТЯМИ «ИНТЕРЛИНК».....	99
5.9. ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПРОВЕРКИ ТРАНСГРАНИЧНОГО ПАССАЖИРОПОТОКА	101
5.10. ОЦЕНКА УЯЗВИМОСТИ СЕТЕВЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ ИНФРАСТРУКТУР	102
6. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И НАВИГАЦИЯ.....	104
6.1. МАГНИТОГРАДИЕНТНАЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА	104
6.2. АЛГОРИТМЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СИСТЕМЫ ОТНОСИТЕЛЬНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ	106
6.3. АЛГОРИТМЫ ИНВЕРСИИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ	107
6.4. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГИС «SUEK3D»	109
6.5. ЦИФРОВАЯ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ «ТАЛКА»	111
6.6. ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА «НЕВА».....	114
6.7. МУЛЬТИСРЕДНЫЙ ПЛАНИРОВЩИК ЗАДАНИЙ ДЛЯ ГРУПП РОБОТОВ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ	116
6.8. ВИРТУАЛЬНЫЙ ПОЛИГОН ИСПЫТАНИЙ СИСТЕМ ПОЛЕТОВ В РЕЖИМЕ ПОДАВЛЕНИЯ ГНСС	119
6.9. ВИРТУАЛЬНОЕ ПОЛЕ БОЯ И РЕАЛИЗАЦИИ ТАКТИЧЕСКИХ МАНЕВРОВ ГРУППЫ БПЛА-ИСТРИБИТЕЛЕЙ	122
6.10. КИБЕРТРЕНИНГОВАЯ ПЛОЩАДКА ДЛЯ ОПЕРАТОРОВ БПЛА.....	125
6.11. ВИРТУАЛЬНАЯ ПЛОЩАДКА ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ОПЕРАТОРОВ АГРОДРОНОВ	128
6.12. КИБЕРСИМУЛЯТОР ОБУЧЕНИЯ ПИЛОТОВ ПОЛЕТАМ В СМЕШАННОМ РЕЖИМЕ	131
7. ЦИФРОВЫЕ ПЛАТФОРМЫ	133
7.1. СОЦИАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ПОМОЩИ ЛЮДЯМ СО СЛУХОВОЙ ПАТОЛОГИЕЙ	133
7.2. СИСТЕМНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ LICS (Linux of Institute of Control Sciences)	136
7.3. ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ	138

7.4. ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТРЕНАЖЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ОПЕРАТОРОВ, УПРАВЛЯЮЩИХ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ	140
7.5. ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС «РДС» ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ СТЕНДОВ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ	143
7.6. ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЙ	145
7.7. СВЕРХВЫСОКОСКОРОСТНЫЕ БЕСПРОВОДНЫЕ САМООРГАНИЗУЮЩИЕСЯ ГИБРИДНЫЕ MESH-СЕТИ МИЛЛИМЕТРОВОГО И ОПТИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНОВ ВОЛН	147
7.8. ОПТОВОЛОКОННАЯ СИСТЕМА ОХРАНЫ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ	149
7.9. СИСТЕМА КОНТРОЛЯ НАЛИЧИЯ И ПРАВИЛЬНОСТИ НОШЕНИЯ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ПЕРСОНАЛОМ	152
7.10. СИСТЕМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ВИДЕОАНАЛИТИКИ, РЕШАЮЩЕЙ ЗАДАЧИ ТОЧНОГО СВИНОВОДСТВА НА ЭТАПЕ ОТКОРМА	155
7.11. СИСТЕМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ВИДЕОАНАЛИТИКИ, РЕШАЮЩЕЙ ЗАДАЧИ АВТОМАТИЧЕСКОГО ОБНАРУЖЕНИЯ ПАДЕЖА КУР НЕСУШЕК В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ПТИЧНИКА	157
7.12. СИСТЕМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ВИДЕОАНАЛИТИКИ, РЕШАЮЩЕЙ ЗАДАЧИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ СТЕПЕНИ СПЕЛОСТИ ПЛОДОВ ТОМАТОВ	158
7.13. СИСТЕМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ВИДЕОАНАЛИТИКИ, РЕШАЮЩЕЙ ЗАДАЧИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СЕГМЕНТАЦИИ ЛИСТЬЕВ ТОМАТОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИРОСТА БИОМАССЫ	161
8. ЦЕНТРЫ КОМПЕТЕНЦИЙ ИНСТИТУТА	163
8.1. ЦЕНТР УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ	164
8.2. ЦЕНТР ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ	167
8.3. ЦЕНТР ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЦИФРОВОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ	172
8.4. ЦЕНТР ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ЦИФРОВОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА	177
8.5. ЦЕНТР ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА	182
8.6. ЦЕНТР НОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	185
ЗАКАЗЧИКИ ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТОК	189
КОНТАКТЫ.....	191

ВВЕДЕНИЕ

Дорогие коллеги!

Перед вами книга о прикладных разработках Института проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук, которому в июне 2024 г. исполнилось 85 лет.

Созданный в 1939 году как Институт автоматики и телемеханики (в дальнейшем добавилась детализация – «технической кибернетики») АН СССР Институт прошел долгий и насыщенный путь, добился ярких теоретических и прикладных результатов. В 1969 году он был переименован в Институт проблем управления АН СССР.



В Институте работали или работают: 22 академика, 13 членов-корреспондентов АН СССР и РАН, 3 Героя Социалистического труда, 12 лауреатов Ленинской премии, 48 лауреатов Государственной премии, 17 лауреатов Премии Совета министров СССР и Правительства Российской Федерации, 48 заслуженных и почетных деятелей науки и техники.

Сегодня в Институте работают около 1000 сотрудников, в том числе – более 130 докторов наук, более 160 кандидатов наук.

В книге *«ИПУ РАН: научные направления»* история Института описывается как история развития основных научных направлений теории управления:

- теория систем управления;
 - управление подвижными объектами и навигация;
 - технические средства управления;
 - управление в промышленности, энергетике, транспорте и сельском хозяйстве;
 - информационные технологии в управлении;
 - управление системами междисциплинарной природы,
- каждое из которых детализируется на ряд поднаправлений, со своими отцами-основателями и их научными школами.

За 85 лет нашими учеными получены результаты мирового уровня (многие из которых названы их именами), развиты целые научные направления, созданы научные школы, основаны добрые традиции. Все это отражено в книге *«ИПУ РАН: лаборатории»*.

В настоящем издании – *«ИПУ РАН: прикладные разработки»* (полный текст всех трех книг можно найти в свободном доступе на сайте Института www.ipu.ru) – отражен опыт и (в большей степени) текущее состояние прикладных работ Института по приложениям теории управления в самых разных областях (авиация и космос, морские подвижные объекты, энергетика, промышленность, экономика, безопасность и др.).

Директор ИПУ РАН,
академик РАН



Д.А. Новиков

ПРИКЛАДНЫЕ РАЗРАБОТКИ В XX ВЕКЕ

Институт автоматики и телемеханики (ИАТ), ныне Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук (ИПУ РАН, Институт), образован в 1939 году решением Совнаркома СССР. Первым директором Института был назначен известный ученый в области авиационной электроэнергетики академик Виктор Сергеевич Кулебакин.

В годы Великой Отечественной войны Институт работал, как и вся страна, в интересах фронта. Среди важнейших результатов исследований ученых-иатовцев, направленных на повышение боеготовности Советской Армии во время войны, необходимо отметить работы по борьбе с неконтактным минно-торпедным оружием и работы по автоматизации контроля качества при производстве патронов.

В центре внимания ученых Института всегда находились трудные и актуальные задачи. Здесь невозможно дать сколько-нибудь исчерпывающую характеристику всех результатов. Приведем лишь некоторые примеры.

ИАТ находился у истоков создания ракетно-космической техники СССР. Согласно проекту плана важнейших опытных работ по реактивному вооружению на 1947 год Институту автоматики и телемеханики АН СССР было запланировано: «Разработка и изготовление электронного коммутатора для системы радиотелеизмерения, контролирующей режим ракеты дальнего действия (600 км) в полете». К декабрю 1947 г. требовалось изготовить 2 комплекта наземной аппаратуры и 2 комплекта бортовой аппаратуры.

Наиболее выдающимися достижениями Института в 1940–1950-е гг. стали:

- исследования в области баллистики (Государственная премия 1948 г.);
- участие в работах по автоматизации листопрокатных станков (Государственная премия 1948 г.);
- разработка математического аппарата алгебры логики для описания, анализа и синтеза релейно-контактных схем;
- создание электронной моделирующей установки ЭМУ-1 (Государственная премия 1951 г.);
- развитие теории нелинейных систем управления, в том числе, метода точечных преобразований, теории абсолютной устойчивости и теории релейных систем;
- создание аналоговых вычислительных машин с нелинейными блоками (Государственная премия 1951 г.);
- разработка общих методов исследования дискретных систем автоматического регулирования;
- создание принципиально новых чувствительных элементов, датчиков и приборов;
- теория аналитического конструирования регуляторов.

В пятидесятые годы начались работы по управлению жидкостными ракетными двигателями (ЖРД), которые положили начало научным исследованиям Института по управлению космическими аппаратами и внесли и продолжают

вносить большой вклад в развитие космической техники в нашей стране. В Институте был разработан проект, в котором были представлены результаты исследований динамики ЖРД на основе полных уравнений движения, получены первые результаты по решению проблемы управления расходом топлива, проектированию системы опорожнения баков, рассматривались возможные типы исполнительных механизмов в системах управления ракетой.

Начались работы по теории адаптивных систем. Обобщение полученных результатов привело в дальнейшем к созданию теории адаптивного координатно-параметрического управления. Эта теория развивается и поныне и служит базой для разработки системы управления важнейшими типами летательных аппаратов.

К началу 60-х гг. были созданы условия для мощного всплеска новых идей, создания принципиально новых теорий и разработки беспрецедентно масштабных и сложных систем управления объектами народного хозяйства.

Это было время грандиозных работ по управлению космическими и летательными аппаратами, в которых участвовали многие сотрудники Института (Ленинская премия 1966 г., Государственные премии 1967 г., 1970 г., 1981 г., 1983 г.).

Тогда же были заложены основы теории систем с переменной структурой (СПС). Впоследствии развитие этой теории превратило ее в мощный аппарат анализа и синтеза систем управления с обратными связями. Методы теории СПС позволяют эффективно управлять сложными нелинейными и нестационарными объектами в условиях неопределенности, используя принцип декомпозиции на скользящих режимах (Ленинская премия 1972 г.).

Выдающиеся результаты были получены в области теории оптимального управления. Разработана теория управления системами с распределенными параметрами, на нее был распространен принцип максимума Понтрягина; продемонстрированы ее широчайшие прикладные возможности с применением для решения важных народно-хозяйственных задач. Развита общая теория адаптивных систем, которая стала естественным продолжением теории дуального управления и впоследствии положила начало теории робастных систем. Разработаны и нашли большое практическое применение автоматические оптимизаторы, позволяющие отыскивать экстремум выходных характеристик реально действующих объектов.

С начала 60-х гг. в Институте начались интенсивные исследования по теории распознавания образов, автоматической классификации, самообучающимся системам, методам обработки сложноорганизованных данных.

Была создана общая теория управления стохастическими системами, приложены немалые усилия, чтобы методы построения математических моделей объектов управления по экспериментальным статистическим данным – теория идентификации – стали эффективным инструментом разработчиков систем управления различными народно-хозяйственными объектами. Разработанные методы широко применяются для решения практических задач оперативного планирования, оптимального проектирования, идентификации, экстремального регулирования.

В 60-70 годы бурно развивается теория и практика приборостроения. На базе результатов, достигнутых в области пневмоавтоматики, предложен элементный принцип построения приборов пневмоавтоматики, на основе которого разработана унифицированная система элементов промышленной пневматики (Ленинская премия 1964 г.). 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 (Государственные премии 1976 г., 1977 г.).

Перед Институтом и АН СССР страна ставила глобальные задачи. Таким был, например, Проект 705 – создание первой в мире комплексно автоматизированной атомной подводной лодки (АПЛ). Институту было поручено научное руководство автоматизацией АПЛ и проведение исследований, необходимых для поддержки процесса проектирования. Перед учеными Института встала ответственная, трудная и чрезвычайно объемная прикладная задача, которая была решена объединением усилий многих лабораторий Института. Подводная лодка получилась уникальной. Это был быстроходный морской истребитель со скоростью хода порядка 40 миль/час. (Ленинская премия 1981 г.).

Институт завоевал высокий авторитет у судостроительных организаций. В Институте создавались не только системы управления движением подводной лодки, но и совместно с Физико-энергетическим институтом и другими организациями разрабатывались системы управления процессами в ядерной энергетической установке (ЯЭУ) корабля. Эта работа получила в дальнейшем продолжение в Институте не только при создании систем управления ЯЭУ кораблей, но и для управления ЯЭУ стационарных атомных электростанций.

Впоследствии эти работы нашли продолжение при создании и совершенствовании систем управления атомными ледоколами («Арктика», «Сибирь»), при создании образцов новой техники в области судостроения (Государственная премия 1981 г.).

В 1960-е гг. начались и продолжают сегодня работы в области создания автоматизированных информационно-управляющих систем и систем организационного управления. Первыми примерами стали АСУ «Металл» (автоматизированная система управления поставками металлопродукции в стране), АСУ «Морфлот», АСУ «Листопрокат», АСУ «Цемент», АСУ «Обмен» и ряд других (Государственные премии 1976 г., 1983 г., 1984 г.).

Огромную роль в информатизации и автоматизации процессов массового обслуживания сыграла разработанная для Аэрофлота в конце 1960-х – начале 1970-х гг. система бронирования мест и продажи билетов «Сирена». Сеть системы «Сирена» была построена на самых передовых принципах того времени. В ней была реализована пакетная коммутация, динамическая маршрутизация, поддерживался диалоговый режим операторов с центрами обработки данных. Прогрессивные научно-технические решения, положенные в основу построения

системы «Сирена», позволили ей устойчиво развиваться и совершенствоваться на протяжении многих лет.

В 1970-е гг. были созданы новые поколения средств аналого-цифровой техники – гибридные вычислительные системы ГВС-100 и двухуровневая ГВС «Русалка». В создании ГВС-100 и «Русалка» воплотились выполненные в Институте разработки теоретических основ аналого-цифровых вычислений, специального языка программирования и алгоритмов совместной координированной работы цифровых вычислительных машин с аналоговыми вычислительными машинами.

Система ГВС-100 относится к классу эффективных гибридных комплексов, в которых разделение поставленной задачи на подзадачи, решаемые аналоговой и цифровой частями, определено запрограммированными алгоритмами, учитывающими параллельный характер вычислений в аналоговой части.

В числе задач, решенных на ГВС-100, – управление подвижными объектами, в том числе, задачи самонаведения, и задачи определения характеристик вычислительного обеспечения комплексных тренажеров для подготовки операторов, управляющих сложными объектами, например, ядерными реакторами.

Институт выдвинул концепцию однородных микроэлектронных логических и вычислительных структур, на базе которой были разработаны многопроцессорные вычислительные системы серии ПС (ПС-300, ПС-2000 и ПС-3000). Комплексы ПС были сопоставимы с самыми мощными отечественными вычислительными системами соответствующих классов и обладали лучшими значениями соотношения производительность/стоимость.

Для обработки телеметрических данных, поступающих со станций «Салют» и «Мир», технологических и научных модулей «Квант-1», «Квант-2», «Кристалл», «Спектр», «Природа», транспортных кораблей «Союз-ТМ», грузовых кораблей «Прогресс», «Прогресс-М», многоразового космического корабля «Буран», аппаратов дальнего космоса – «Фобос-1», «Фобос-2», научного модуля «Гамма», пользовались многопроцессорным компьютером ПС-2000, который вместе с суперкомпьютером «Эльбрус-2» входил в состав телеметрического вычислительного комплекса (ТВК) ЦУП-М. Для обработки данных сейсмической разведки месторождений нефти и газа была создана система промышленной обработки геофизической информации СОС-ПС. (Разработка ВНИИ «Геофизика» и ИПУ РАН).

Для решения задач разведки золотоносных месторождений получено математическое решение, представленное в виде восстановления стохастического распределения показателя рудности в массиве золотоносной породы с помощью аппарата распознавания образов. Построенные математические модели были реализованы на практике совместно с коллективом из Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук (ИГЕМ РАН) на Навоийском горно-металлургическом комбинате – крупнейшем производителе золота и урана в Узбекистане. В результате рудник получал дополнительно более 1 тонны золота в год за счет более точного определения участков рудности (Государственная премия 1987 г.).

На основе микропроцессорной техники в ИПУ РАН в конце 1980-х годов были развернуты работы по созданию нового поколения АСУ ТП атомных электростанций (АЭС). Были предложены революционные технические решения, в том числе новый класс программно-технических комплексов – системы верхнего блочного уровня, которые комплексно решают задачу интеграции всех подсистем АСУ ТП АЭС между собой и обеспечивают компьютеризированный человеко-машинный интерфейс между эксплуатационным персоналом и объектом управления. Сформулирована концепция создания распределенной отказобезопасной системы управления, отвечающей требованиям МАГАТЭ по основным параметрам безопасности и уровню автоматизации. Концепция была положена в основу проекта АСУ ТП Башкирской АЭС.

Для обеспечения обмена информацией по вопросам борьбы с международной преступностью между органами внутренних дел Российской Федерации с Генеральным секретариатом Интерпола, с Национальным центральным бюро (НЦБ) других стран-членов Интерпола в Институте разработана соответствующая защищенная Информационная вычислительная система.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРИКЛАДНЫЕ РАЗРАБОТКИ

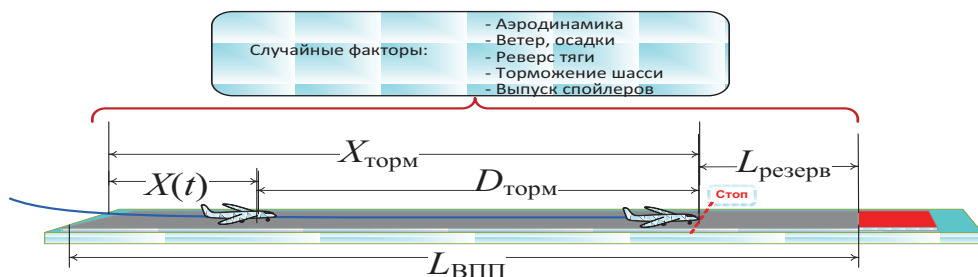
1. УПРАВЛЕНИЕ ПОДВИЖНЫМИ ОБЪЕКТАМИ

1.1. ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ЭКИПАЖА ВОЗДУШНОГО СУДНА НА ВЗЛЕТНО-ПОСАДОЧНЫХ РЕЖИМАХ

Большинство авиационных происшествий происходит на этапах взлета и посадки самолетов при обязательном участии пилота. Негативная роль «человеческого фактора» обусловлена высокими психологическими нагрузками при дефиците времени на принятие решения и недостаточной информационной поддержкой пилота. Для повышения ситуационной осведомленности разработана методология оповещения пилота о развитии полетной ситуации на основании прогнозирования момента наступления характерных событий или достижения терминальных состояний, таких как останов при торможении или отрыв при разбеге с короткой располагаемой длиной взлетной полосы. Разработаны исследовательские стенды для проектирования алгоритмов прогнозирования, проведения статистических испытаний и получения оценок их достоверности. Разработаны варианты образных индикаторов прогнозного движения с генерацией динамических сигналов опасности.

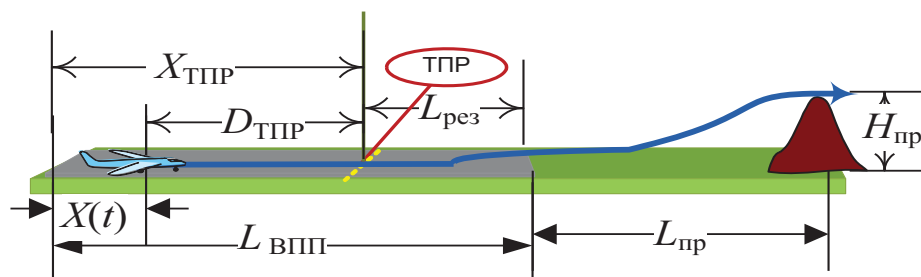
Прогнозирование режима торможения. Методология прогнозирования основана на энергетическом подходе к управлению подвижными объектами в трехмерном пространстве.

Для исследования алгоритмов прогнозирования был разработан специальный моделирующий стенд, содержащий модель серийного самолета ТУ-204. Стенд имеет набор режимов, позволяющих провести синтез скорректированных алгоритмов прогнозирования и их испытания, а также развитые сервисные средства для задания условий эксперимента, обработки и регистрации результатов.



Основные факторы процесса торможения

Прогнозирование безопасного пролета над препятствием. На этапе разбега при пониженной тяговооруженности по причине отказа двигателей или в условиях высокогорья, или при повышенной температуре воздуха, или при предельных полезных нагрузках требуется оценить способность самолета осуществить безопасный взлет и пролет над высотным препятствием по курсу взлета. Схематично траектория и ограничения на взлете показаны на рисунке.



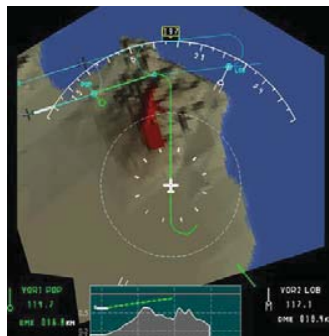
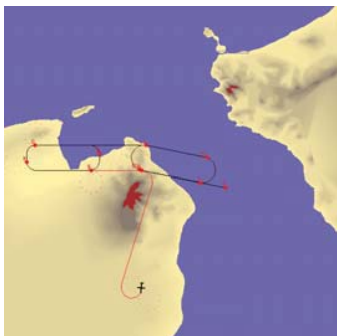
Координаты характерных точек на этапе взлета

На этапе разбега до отрыва носового колеса прогнозирующий алгоритм вычисляет дальность до точки принятия решения (ТПР) на траектории, по достижении которой самолет может накопить энергию, достаточную для разгона до скорости устойчивого полета V_2 и набора высоты $H_{\text{преп}}$ для пролета над высотным препятствием на дальности $L_{\text{преп}}$. В отличие от методики взлета, предписываемой руководствами по летной эксплуатации, метод прогнозирования полной энергии указывает на возможность взлета не в момент достижения регламентированной скорости, разрешающей подъем носовой стойки шасси, а намного раньше и в координатах дальности, привязанных к взлетной полосе. Работа проводилась по исходным данным и на сертифицированных моделях, предоставленных ПАО «Московский институт электромеханики и автоматики» (МИЭА).

Контакты: лаборатория «Динамических информационно-управляющих систем» (зав. лаб. – д.т.н. Е.В. Каршаков).

1.2. УПРАВЛЕНИЕ ТРАЕКТОРИЕЙ И СКОРОСТЬЮ САМОЛЕТА С УЧЕТОМ ПОСТОЯННЫХ И ДИНАМИЧЕСКИХ ОГРАНИЧЕНИЙ

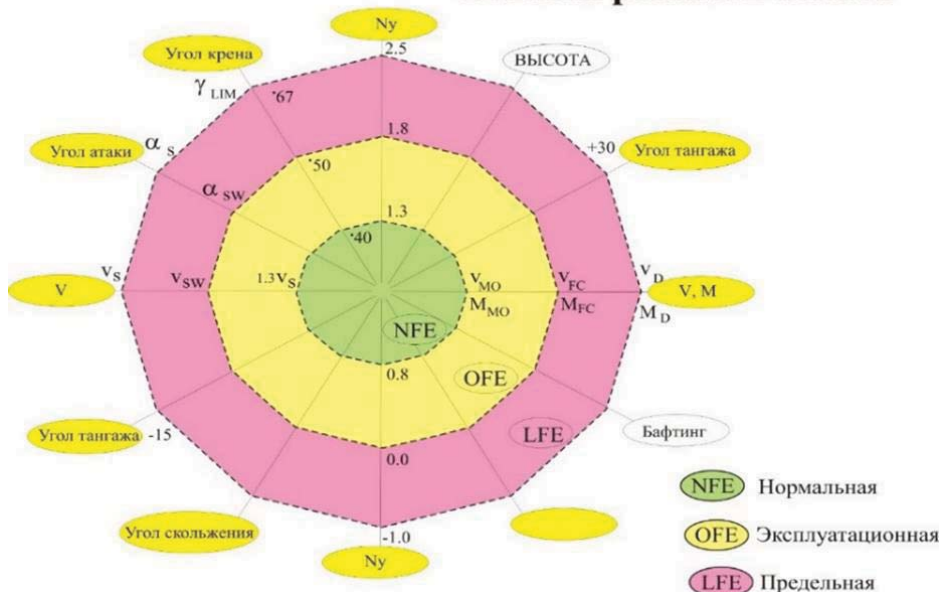
Решены две основные задачи: автоматическая генерация траекторий с учетом наличия постоянных и динамических запретных зон траекторного движения и оценка реализуемости этих траекторий.

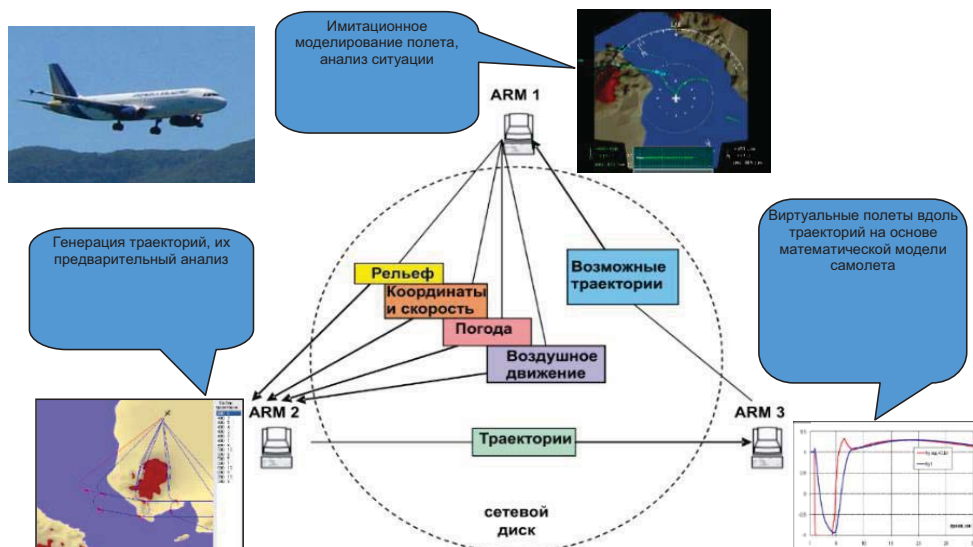


Отображение сгенерированной траектории на навигационном дисплее

Реализуемость траекторий оценивалась при помощи математического моделирования: траектория не должна иметь конфликтов с современными и перспективными системами ограничения предельных параметров режимов полета во избежание потери управления.

Области режимов полета





Разработано алгоритмическое и программное обеспечение для генерации бесконфликтных траекторий с применением бортовой математической модели в составе прототипа интегрированной системы обеспечения траекторной безопасности полета, что позволяет:

- оценить летную ситуацию при маневрировании на малых высотах в аспекте возможных столкновений с поверхностью земли и сформировать набор траекторий облета препятствий рельефа;
- рассчитать скорость движения вдоль траектории для синхронизации плана полета с впереди идущим воздушным судном в контрольной точке;
- выполнить виртуальные полеты по сгенерированным траекториям для проверки их реализуемости;
- отсортировать траектории в соответствии с выбранной системой приоритетов;
- сформировать рекомендации экипажу по безопасным действиям в соответствии с проведенным анализом и оптимизацией.

Внедрение: ФГУП ЦАГИ; ФГУП ГосНИИАС.

Контакты: лаборатория «Систем поддержки принятия решений»
(зав. лаб. – д.т.н. Г.С. Вересников).

1.3. БОРТОВЫЕ ТЕРМИНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВНУТРИБАКОВЫМИ ПРОЦЕССАМИ

Бортовые системы управления внутрибаковыми процессами предназначены для повышения энергетических характеристик ракет-носителей (РН) и разгонных блоков (РБ), обеспечения условий безаварийного запуска, устойчивой работы и останова жидкостного ракетного двигателя (ЖРД). Результаты работ лаборатории № 8 ИПУ РАН по оптимизации параметров и отработки алгоритмов систем в штатных и нештатных ситуациях существенно повысили эффективность и надежность решения указанных задач.

Системы управления внутрибаковыми процессами решают наиболее критичные с точки зрения энерговооруженности и безопасности объекта задачи управления, определяющие полноту и эффективность использования заправляемых запасов топлива и рабочего тела наддува, условия безаварийного запуска, устойчивой работы и останова ЖРД, а в итоге – эффективное и надежное решение задачи выведения многоступенчатой РН и РБ.

Современная интегрированная система управления внутрибаковыми процессами наддува баков и расходования топлива реализует новые принципы управления, учитывающие взаимовлияние между различными физическими процессами в объекте, допускает обмен в ходе управления информацией о параметрах процессов, координирует и согласует управление объектом в целом, с учетом заданных краевых условий. Появляется возможность организовать бортовую полетную диагностику измерительного и исполнительного тракта системы и повысить отказоустойчивость управления.

Современная система использует новые элементы в измерительных трактах системы – непрерывные функциональные датчики давления (ФДД) и новые исполнительные органы – непрерывные (или дискретные с малой ценой единичной дискретности) регуляторы расхода рабочего тела.

Эксплуатация систем управления внутрибаковыми процессами может производиться в широком диапазоне возмущающих факторов, режимов работы двигательной установки и атмосферных условий запуска.

Адаптация системы к изменениям эксплуатационных условий производится путем оперативной поднастройки алгоритма управления и не требует вмешательства в аппаратуру системы.

Для решения задачи синтеза разработан математический аппарат и программное обеспечение статистического имитационного моделирования физических процессов, протекающих в объекте управления, измерительных устройствах и исполнительных органах, а также для имитации возмущающих факторов и ошибок измерения.

Для более тщательной наземной отработки системы разработано специальное программно-тестовое обеспечение, методики анализа результатов стендовой отработки и натурных испытаний.

Высокая точность управления позволяет реализовать практически полную выработку компонентов топлива каждой ступени до минимального уровня, необ-

ходимого для обеспечения условия безаварийного выключения двигательной установки. Необходимо отметить, что последние дозы компонентов топлива вносят наибольший вклад в энергетику ступени, поскольку ускоряют максимально облегченную конструкцию.

Не менее важное значение имеет уменьшение неиспользуемых остатков токсичных компонентов топлива отработанных нижних ступеней ракеты, загрязняющих районы их падения.

При выведении на околоземную орбиту при управлении полной выработкой топлива величина выигрыша составляет для второй ступени РН легкого класса «Ангара-1.2» – 145 кг, для третьей ступени РН среднего класса «Ангара-А5» – 350 кг, для трехступенчатой РН «Протон-М» – 450 кг.



РН «Протон»



РН «Ангара»

Внедрение: АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева»; АО «РКЦ «ПРОГРЕСС».

Контакты: лаборатория «Терминальных систем управления им. Ю.П. Портнова-Соколова»
(зав. лаб. – д.т.н. В.П. Иванов).

1.4. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КЛАССОМ МНОГОРЕЖИМНЫХ, МНОГОЦЕЛЕВЫХ МОРСКИХ ПОДВИЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

Создана методология проектирования перспективных систем управления классом многорежимных, многоцелевых морских подвижных объектов (МПО), характеризующихся многомерным управлением и сложной нелинейной динамикой движения. Результаты основаны на сочетании аналитических методов теории управления, современных компьютерных технологий и полномасштабного имитационного моделирования движения МПО в различных режимах эксплуатации. Система полномасштабного имитационного моделирования реализована в сетевом аппаратно-программном комплексе. Инструментальное окружение аппаратно-программного комплекса имеет развитую систему визуализации движения объекта, работы технических средств управления и внешних воздействий со стороны агрессивной морской среды. Высокая эффективность предложенной методологии проектирования перспективных систем управления получила высокую оценку ведущих специалистов в морской отрасли.



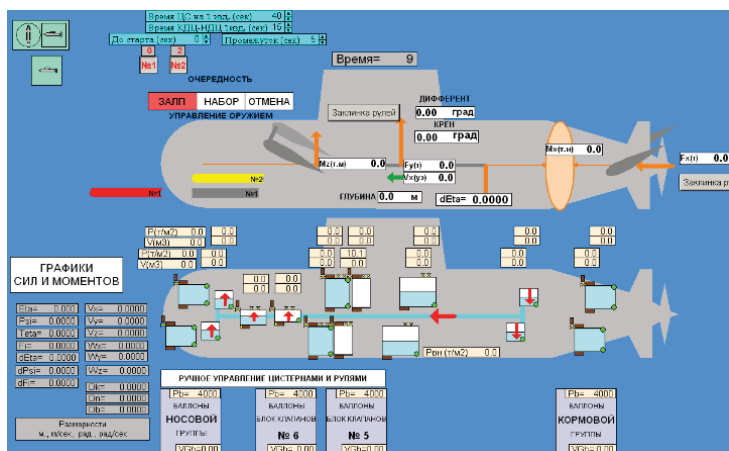
Результаты работ по созданию перспективных систем управления и аппаратно-программный комплекс были представлены на первой военно-промышленной конференции «Перспективы развития роботизированных комплексов и комплексов с БЛА», а также внедрены в НИР, имеющей важное значение для ОПК, за что руководитель работ С.К. Данилова была награждена медалью им. академика А.П. Александрова «За заслуги в обеспечении скрытности и защиты кораблей».

Созданные алгоритмические структуры и алгоритмы управления представлены в ведущие морские организации и могут использоваться как эталонные экспертные решения при оценке качества алгоритмов управления, разрабатываемых ведомственными ЦНИИ и ЦКБ.

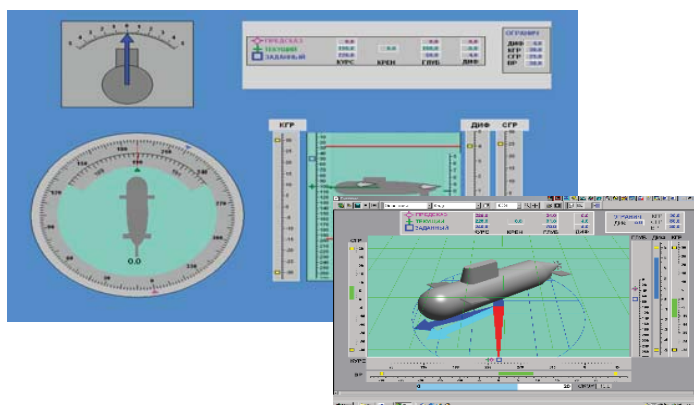
Контакты: лаборатория «Оптимальных управляемых систем им. В.Ф. Кротова»
(зав. лаб. – д.ф.-м.н. А.В. Арутюнов).

1.5. СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СТЕНД ДЛЯ РАЗРАБОТКИ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ ПОДВОДНОЙ ЛОДКОЙ

Разработан программно-аппаратный комплекс, позволяющий имитировать переходные процессы в подводной лодке (ПЛ) и синтезировать системы автоматического управления, пользуясь наглядным отображением поведения лодки в экстремальных ситуациях.



Внешний вид моделей основных агрегатов, влияющих на управление движением ПЛ

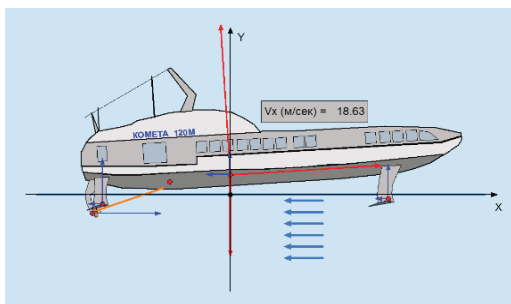
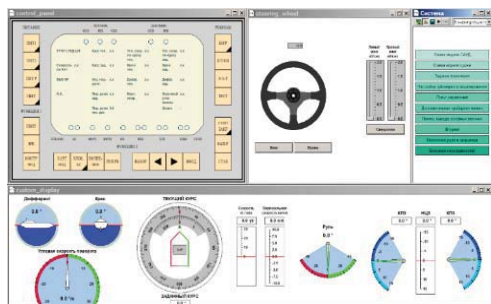


Модели пультов операторов, управляющих движением ПЛ

Контакты: лаборатория «Инфраструктурных систем»
(зав. лаб. – к.т.н. А.А. Рошин).

1.6. СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СТЕНД ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ СУДОВ

Разработан стенд, позволяющий имитировать переходные процессы при управлении движением судов на подводных крыльях (СПК) системой автоматического управления (САУД).



Внешний вид интерактивной модели пульта управления САУД СПК «Комета-120М» и моделирование выхода СПК на крыльевой режим



Строительство и спуск на воду морского судна на подводных крыльях нового поколения «Комета-120М» в 2017 г.

Важное место в этой работе было уделено использованию кватернионной техники описания углового положения объекта, которая упрощает и делает более ясным переход от одной системы координат к другой и позволяет выписывать необходимые для расчетов формулы в сжатом и компактном виде.

Внедрение: ООО НПП «Анфас» совместно с ОАО «ЦКБ по СПК им. Р.Е. Алексеева» при разработке системы автоматизированного высоконадежного управления движением (САВУД) для СПК «Комета-120М».

Контакты: лаборатория «Инфраструктурных систем»
(зав. лаб. — к.т.н. А.А. Роцин).

1.7. СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ БЛОКОВ УПРАВЛЕНИЯ МОДУЛЬНЫМИ МНОГОМОТОРНЫМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ПЛАТФОРМАМИ

Разработанный стенд для исследования блоков управления модульными многомоторными электрическими платформами предназначен для установки на экспериментальные образцы электрических транспортных платформ для повышения эффективности движения транспортных средств с несколькими независимым электрическими приводами за счет синхронизации и/или дифференциации мощности, прикладываемой к каждому из электрических приводов, и за счет сбора информации о текущих характеристиках функционирования каждого из приводов.



**Внешний вид стенда для исследования блоков управления
модульными многомоторными электрическими платформами
(с примерами экспериментальных образцов)**

Стенд предназначен для исследования алгоритмов управления транспортными средствами, оснащенными до шести независимых тяговых моторов и электрического усилителя руля.

Контакты: лаборатория «Активных систем»
(зав. лаб. – д.ф.-м.н. А.Г. Чхартишвили).

1.8. ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

На основе предложенной общей концепции и модели системы управления беспилотной авиатранспортной системы (СУ БАТС) создана исследовательская модель функционирования БАТС. Проведены летные эксперименты, подтверждающие результаты моделирования БАТС. Сформулированы принципы и способы обеспечения функционального взаимодействия пилотируемых (беспилотных) летательных аппаратов в зависимости от степени их интеллектуализации, обоснованы показатели эффективности функционирования беспилотной авиационной транспортной системы, включая беспилотные летательные аппараты (БЛА).

Спроектирован программный комплекс моделирования БАТС на основе БЛА и разработан прототип программных модулей в его составе.



Разработана методика формирования требований назначения к СУ БАТС с применением интеллектуальной автоматизации управления функционированием в интересах обеспечения безопасности полетов. Предложен состав требований к характеристикам и показателям функционирования технологий интеллектуальной автоматизации управления БАТС и методам формализации требований при решении задач обеспечения безопасности полетов, включая:

- требования к характеристикам быстродействия алгоритмов управления (при обнаружении препятствий и т.п.);
- требования к точности решения задач траекторного управления;
- требования к алгоритмам формирования и корректировки маршрутов (с учетом ограничений по зонам полета).

Выявлены потенциальные организационные проблемы внедрения технологий интеллектуальной автоматизации управления функционированием БАТС. Разработаны методы анализа и моделирования проектных решений, направленных на реализацию требований к характеристикам и показателям функционирования технологий интеллектуальной автоматизации управления БАТС.

Сформированы предложения по требованиям к характеристикам информационного обеспечения функционирования СУ БАТС и составу нормативных документов, определяющих правила оценки соответствия требованиям характеристик и показателей функционирования технологий интеллектуальной автоматизации управления функционированием БАТС при решении задач обеспечения безопасности полетов.

Внедрение: ФГБУ «НИЦ «Институт имени Н.Е. Жуковского», Москва.

Контакты: лаборатория «Киберфизических систем»
(зав. лаб. — д.т.н. Р.В. Мещеряков).

1.9. СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИСПЫТАНИЙ ЖИДКОСТНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

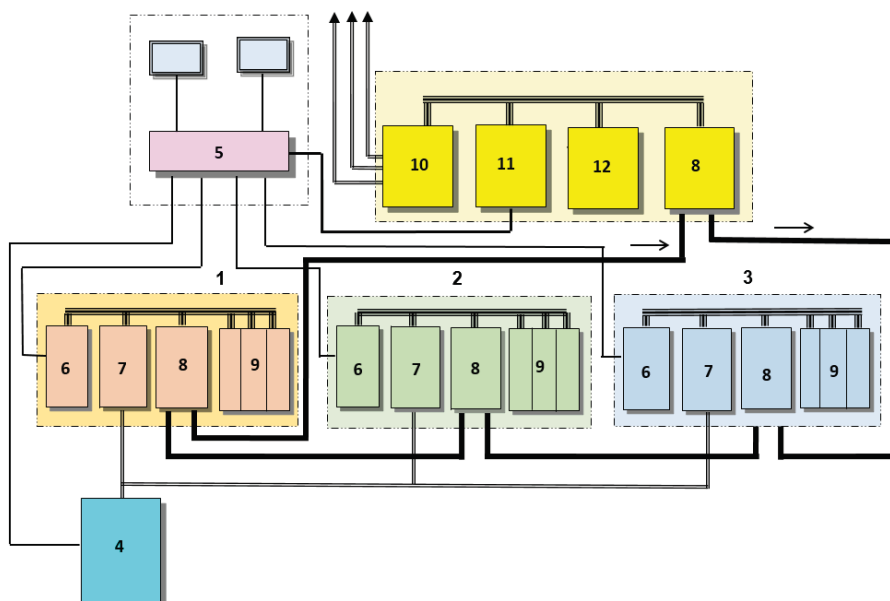
Комплекс осуществляет контроль и управление параметрами процесса при проведении огневых и летных испытаний жидкостных ракетных двигателей, двигателей малой тяги и двигательных установок космических аппаратов.

В процессе выполнения работы осуществлен анализ существующих информационно-управляющих комплексов, современных технологий создания сложных научно-технических объектов и соответствующих международных стандартов.

Основу аппаратных средств составляет измерительно-вычислительный комплекс (ИВК) для регистрации разнородных потоков информации с привязкой данных к единой шкале времени в обеспечение технологии и методов получения прогнозных оценок состояния испытываемых объектов.

ИВК принимает и преобразовывает в цифровой вид сигналы датчиков различной информативности: медленноменяющиеся параметры, статикодинамические параметры, быстроменяющиеся параметры. Все три потока имеют одинаковую структуру данных и привязаны к одному телеметрическому времени.

При реализации ИВК использован ряд инновационных решений, включающих дублирование, распределенную сетевую организацию, рефлексивную память.



Структурная схема измерительно-вычислительного комплекса с кольцевой структурой рефлексивной памяти

В состав ИВК входят:

- 1 – три станции медленно меняющихся параметров;
- 2 – рабочая станция;
- 3 – процессор;
- 4 – станция статико-динамических параметров;
- 5 – модуль синхронизации;
- 6 – модуль рефлексивной памяти;
- 7 – станция быстроменяющихся параметров;
- 8 – оперативное запоминающее устройство;
- 9 – контроллер Ethernet;
- 10 – станция синхронизации;
- 11 – сервер формирования обобщенного потока;
- 12 – блок матричной памяти.

Внедрение: НИЦ РКП.

Контакты: лаборатория «Эргатических систем»
(зав. лаб. – д.т.н. М.П. Фархадов).

1.10. СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ, СИСТЕМ И КОМПЛЕКСОВ КОРАБЛЯ

Система мониторинга повышенной стойкости (СМПС) «Буревестник» предназначена для сохранения и автономного спасения зарегистрированной информации в специальных устройствах с особо повышенной стойкостью к комплексному воздействию боевых и аварийных факторов. СМПС обеспечивает информацией командование ВМФ при проведении поисково-спасательных операций на море, передает с помощью всплывающих буев по «открытым» и «защищенным» каналам на подвижные и стационарные приемные комплексы сигналы бедствия с аварийного корабля.

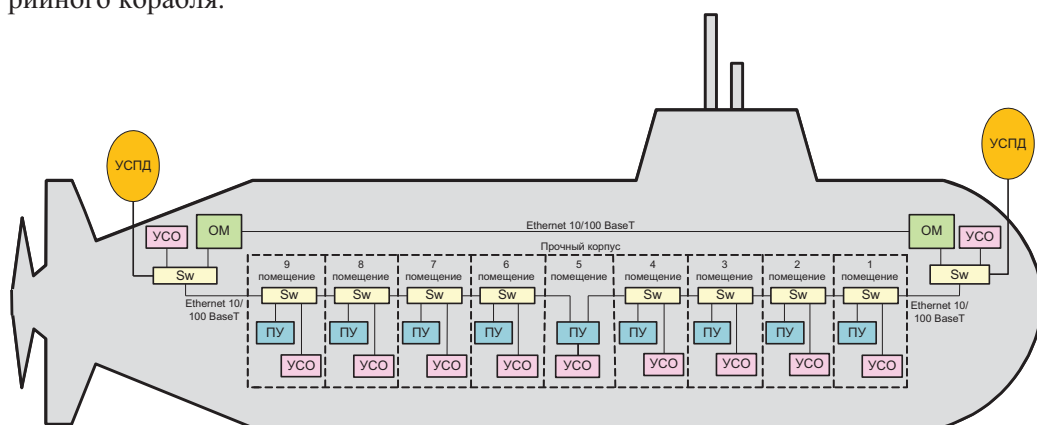


Схема функционирования СМПС «Буревестник»

Спасательным силам передается информация о состоянии личного состава и объективные данные:

- 1) причины возникновения аварийной ситуации;
- 2) ход развития аварии;
- 3) действия личного состава в период аварии.

Внедрение: НПО «Аврора»; МПО «Гидроприбор».

Контакты: лаборатория «Эргатических систем»
(зав. лаб. – д.т.н. М.П. Фархадов).

2) **Установка разогрева мазута.** Для нагрева мазута используется способ, при котором продукт в смеси с предварительно нагретым в стартовой емкости аналогичным продуктом отбирают из донной части емкости, пропускают эту смесь через внешний теплообменник, где ее нагревают до заданной температуры, и возвращают нагретый продукт в ту же емкость по двум трубопроводам на вход в канал отбора холодного продукта из донной части.

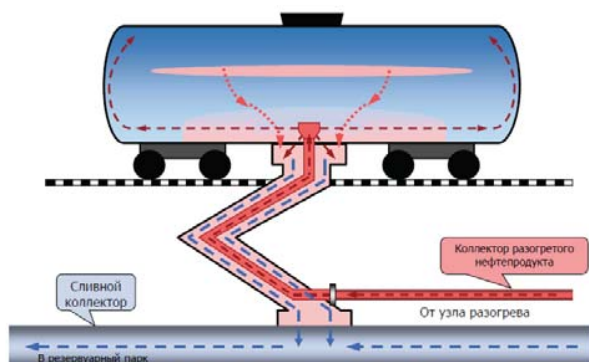
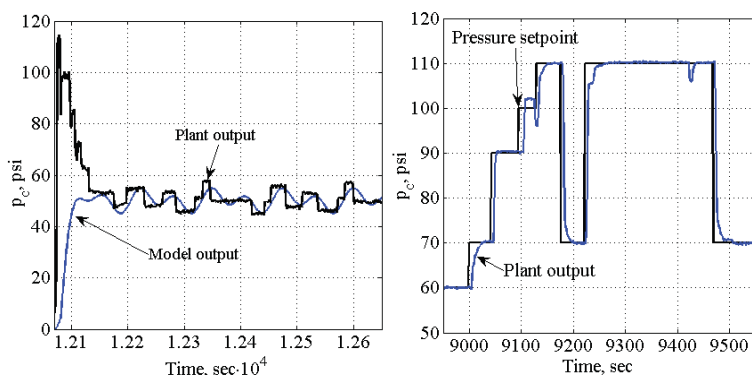


Схема отбора мазута из цистерны

Для регулирования температуры мазута на выходе из теплообменника используется ПИД-регулятор, управляющий заслонкой теплообменника. Самонастраивающийся ПИД-регулятор для настройки подает тестовый сигнал небольшой амплитуды, после чего вычисляет необходимые коэффициенты ПИД-регулятора.



Слева: эксперимент по идентификации модели установки;
справа: смена режимов работы установки после настройки ПИД-регулятора

Внедрение: фирма Olimps; ж/д эстакада слива-налива нефти и нефтепродуктов (г. Усть-Луга, Ленинградская обл.).

Контакты: лаборатория «Адаптивных и робастных систем им. Я.З. Цыпкина»
(зав. лаб. – д.ф.-м.н. М.В. Хлебников).

2.2. УСТАНОВКИ ДЛЯ БЫСТРОГО ПРОИЗВОДСТВА СЛОЖНЫХ ПРОТОТИПОВ ДЕТАЛЕЙ МЕТОДОМ ПОСЛОЙНОГО ОТВЕРДЕВАНИЯ ПОЛИМЕРОВ

Совместно с коллективом МГТУ «СТАНКИН» разработана установка для автоматизированного построения сложных прототипов деталей методом послойного отвердевания полимеров. Целью такой разработки является импортозамещение дорогостоящего рынка такого оборудования с сохранением основных технических характеристик, отвечающих современным требованиям к таким устройствам. Предложена конструктивная схема компоновки таких устройств, позволяющая максимально снизить затраты полимера для запуска процесса, а также упростить электронное и программное оснащение устройства. Разработан собственный программный код, позволяющий управлять устройством на низком уровне, а также строить сложную 3D-модель при подготовке к печати.



Установка для изготовления сложных прототипов деталей методом послойного отвердевания полимеров модель “350”

Метод изготовления прототипов деталей – послойное растровое отвердевание полимерного материала в рабочей зоне установки цифровой обработкой света DLP проектора. Материал изготавливаемых прототипов – светоотвердевающие полимеры на основе метакриловых, акриловых мономеров и фотоинициатора.

Основные преимущества: полученные полимерные прототипы сравнимы с изготовленными литьем под давлением по точности, свойствам материала, уровню детализации и качеству отделки поверхности. Скорость построения прототипа, обеспечиваемая установкой, вдвое превышает скорость машин с аналогичными характеристиками, благодаря одновременному построению целого слоя поперечного сечения.

Основные конструктивные особенности:

- установка выполняет построение деталей аддитивным методом с использованием проектора с высокой разрешающей способностью и цифровой обработкой света (DLP) для отверждения жидкого фотополимера и получение твердого и прочного пластика;
- работа 3D принтера установки основана на принципе проекторной стереолитографии, основным движением конструкции установки является перемещение проекционной платформы вдоль оси Z.

Сфера использования: обеспечение потребности российских машиностроительных предприятий оборонно-промышленного, авиастроительного, судостроительного, ракетно-космического и атомного комплексов в универсальных средствах быстрого прототипирования и выпуске сложных изделий из полимеров.



Внедрение: Программный компонент «Аналитическая модель 3D-пространства» (ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»).

Контакты: лаборатория «Компьютерной графики»
(зав. лаб. – д.т.н. А.В. Толоч).

2.3. УПРАВЛЕНИЕ РАЗРАБОТКОЙ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ ЗАПАСОВ НЕФТИ И ГАЗА

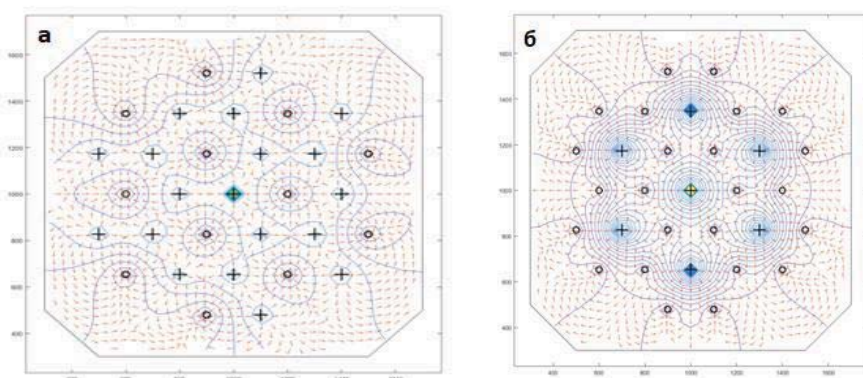
При разработке месторождений трудноизвлекаемых запасов нефти и газа в полном объеме возникают задачи оптимального управления, гидродинамического моделирования, выработки новых подходов к поиску быстродействующих решений в реальном времени. Задача управления формулируется следующим образом: на заданном интервале планирования на всем множестве скважин многопластового месторождения найти и выбрать такие режимы отбора нефти и газа, которые обеспечивают необходимый максимум добычи при ограниченных суммарных ресурсах управления или минимум затрат суммарных ресурсов управления, обеспечивающих требуемый плановый уровень суммарной добычи. При этом основными управляющими воздействиями являются распределения режимов отбора продукции и закачки реагентов на всем множестве добывающих и нагнетательных скважин.

При создании интегрированных математических моделей управления полным циклом технологических процессов разработки многопластовых месторождений углеводородов (газовых, газонефтяных, газоконденсатных и газонефтеконденсатных) учитываются особенности объектов и средств управления:

- высокая эффективность разработки многопластовых газовых месторождений обеспечивается использованием струйных технологий, поскольку энергия одних пластов с аномально высокими давлениями может быть использована для увеличения отбора газа из других пластов с низкими давлениями;
- эффективность разработки газонефтяных месторождений может быть увеличена за счет использования горизонтальных стволов добывающих и нагнетательных скважин, обеспечивающих требуемые отборы из «нефтяной оторочки» при низких депрессиях, а также технологий закачки активных реагентов для ограничения притоков газа и воды на границах раздела «газ-нефть» и «нефть-вода». При совместной разработке «нефтяной оторочки» и «газовой шапки» могут быть использованы также газлифтные и струйные технологии;
- эффективность разработки газоконденсатных месторождений достигается за счет оптимального перераспределения режимов отбора на всем множестве добывающих скважин, обеспечивающего минимизацию внутрипластового переноса флюидов и преждевременного выпадения растворенного в газе конденсата. При использовании «сайклинг-процесса» с закачкой «сухого газа» на некотором подмножестве добывающих скважин выпадение конденсата становится уже управляемым процессом и будет способствовать значительному повышению эффективности разработки.

Разрабатываются новые принципы и подходы для создания моделей оперативного управления разработкой месторождений нефти и газа с использованием дифференциально-геометрической теории нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных, а также основанными на ней приближенными и

асимптотическими методами, например, методами конечномерных динамик. Полученные результаты обобщены для моделирования вытеснения высоковязкой и тяжелой нефти с использованием циклических тепловых и физико-химических воздействий. Результаты расчета на тестовой сетке скважин «большой шести-гранник» приведены на рисунке.



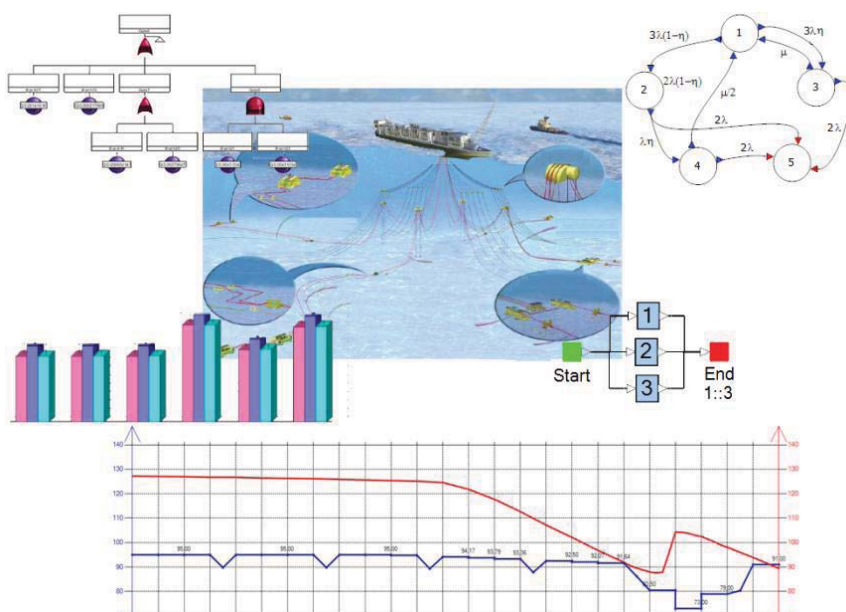
Циклическая инверсия потоков фильтрации в скважинах

Внедрение: ПАО «Татнефть», г. Альметьевск.

Контакты: лаборатория «Управления сплошными средами
им. А.Г. Бутковского»
(зав. лаб. д.ф.-м.н. – А.Г. Кушнер);
лаборатория «Моделирования и управления большими системами»
(зав. лаб. –к.ф.-м.н. А.Б. Исаков).

2.4. ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ, ГОТОВНОСТИ И РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ДОБЫЧИ, ПОДГОТОВКИ И ТРАНСПОРТИРОВКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА

Проведены исследования и разработки по моделям и методам анализа надежности, безопасности и технической эффективности газотранспортных и газоперерабатывающих систем. Развита методика декомпозиции и агрегирования моделей анализа многоуровневых систем, разработаны методики их применения, создано специализированное программное обеспечение.



Выполнен расчет показателей надежности газоснабжения потребителей Приморского края, подключенных к газопроводу «Сахалин-Хабаровск-Владивосток». В результате выполнения структурно-функционального надежного анализа выделены классы компрессорных станций, отличающиеся количеством и типами газоперекачивающих агрегатов, способами резервирования, и проведена декомпозиция системы. Для компрессорных станций были разработаны многоуровневые модели «надежностного поведения», вычислительные схемы расчета показателей с использованием марковских процессов с доходами. Вычисления надежностных показателей по газотранспортной системе в целом проводилось агрегированием (с использованием деревьев отказа /успеха программного комплекса Relex) моделей линейных участков магистрального трубопровода с показателями состояний компрессорных станций. Пропускная способность системы как при отсутствии отказов, так и при различных сочетани-

ях отказов, определялась гидравлическими расчетами, выполненными специалистами АО «Гипрогазцентр».

Осуществлен анализ надежности и эксплуатационной готовности проекта первой, второй и третьей фазы освоения Штокмановского газоконденсатного месторождения (ШГKM). Проведены исследования основных технологических комплексов, входящих в состав ШГKM: подводного добычного комплекса, технологического судна, морского двухниточного трубопровода, установки комплексной подготовки газа, завода сжиженного природного газа (СПГ), электростанции собственных нужд. Выполнена оценка показателей надежности, дифференцированных по уровням производительности и выдаваемой конечной продукции (СПГ, товарный газ и газовый конденсат). Основным показателем являлся коэффициент сохранения эффективности (эксплуатационной готовности), определяемый по интегральному фактическому выходу конечной продукции за 25 лет эксплуатации относительно номинального значения (при отсутствии отказов).

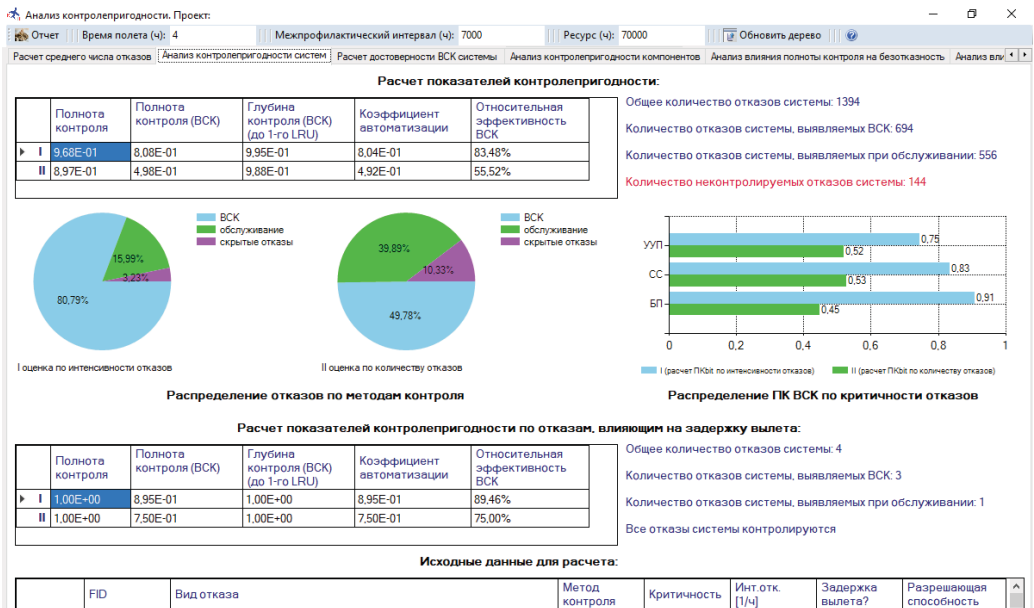
Для моделирования и расчетов использовался программный комплекс Relex и разработанное в Институте программное обеспечение для агрегирования многоуровневых последовательно соединенных блоков в подсистемы и технологические комплексы, а многоуровневые технологические комплексы в многоуровневую модель ШГKM в целом.

Внедрение: АО «Гипрогазцентр», Нижний Новгород;
АО «Гипроспецгаз», Санкт-Петербург.

Контакты: лаборатория «Надежности, диагностики и отказоустойчивости»
(зав. лаб. – д.т.н. Л.Ю. Филимонюк).

2.5. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЕКТНОГО АНАЛИЗА КОНТРОЛЕПРИГОДНОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ САМОЛЕТОВ

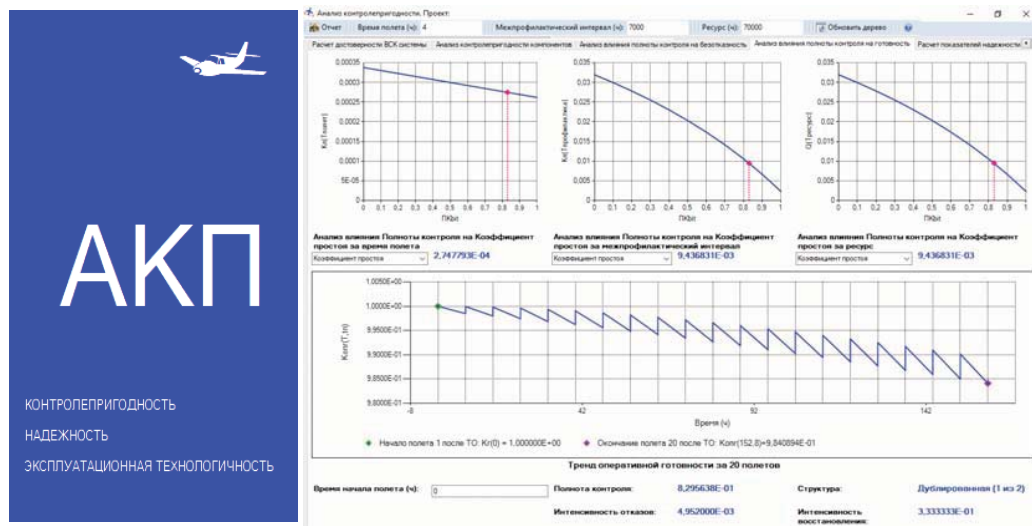
Разработаны модели, методы, алгоритмическое и программное обеспечение проектного анализа контролепригодности функциональных систем самолетов. Создана методология анализа контролепригодности авиационной техники. Описаны структура, процедуры и форматы анализа видов и последствий отказов с учетом специфики исследования контролепригодности. Разработаны модели и методы расчета показателей контролепригодности компонентов и функциональных систем самолета. Выполнен анализ влияния характеристик контроля на показатели надежности и вероятностные показатели безопасности самолета. Разработана структура базы данных и алгоритмическое обеспечение автоматизированного анализа контролепригодности авиационной техники. Создано программное обеспечение автоматизированного анализа контролепригодности самолетов семейства MC-21.



Программа предоставляет возможность проведения анализа контролепригодности на уровне конструктивно-съемных элементов, функциональных систем и самолета в целом. Реализованы расчеты таких показателей контролепригодности, как полнота и глубина контроля, коэффициент автоматизации, достоверность средств встроенного контроля. Осуществляется построение распределений показателя среднего числа отказов по уровням критичности. Проводится анализ функциональных систем на наличие в них скрытых отказов. Осуществляется рас-

чет показателей безотказности и ремонтпригодности с учетом полноты и глубины контроля.

Программа может поставляться в двух вариантах, как приложение базы данных MS Access или Web приложение базы данных Oracle.

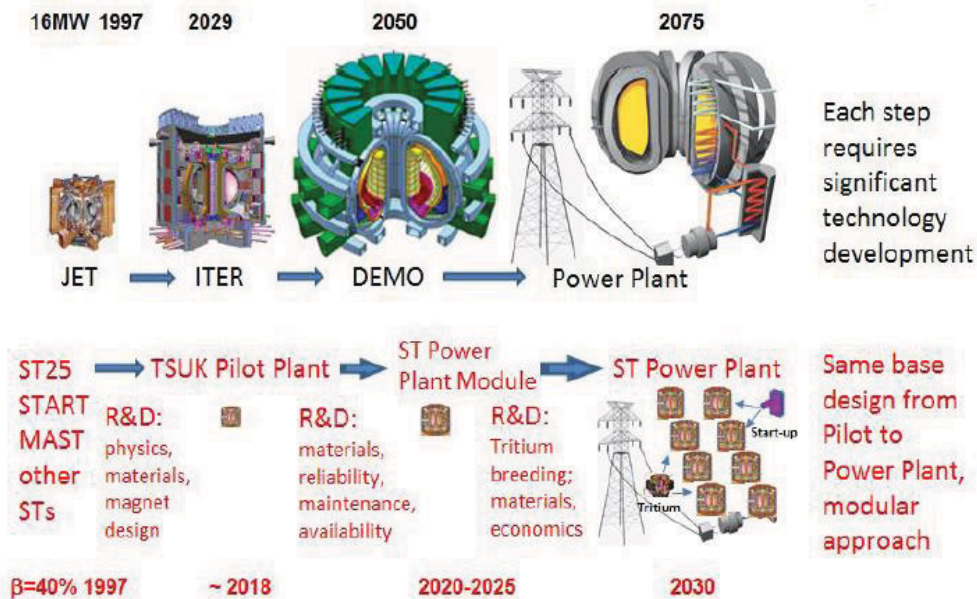


Внедрение: ПАО «Корпорация «Иркут»;
ООО «ОАК – Центр комплексирования».

Контакты: лаборатория «Надежности, диагностики и отказоустойчивости»
(зав. лаб. – д.т.н. Л.Ю Филимонюк).

2.6. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПЛАЗМОЙ В ТОКАМАКАХ

Современные токамаки принципиально не могут работать без систем управления плазмой с обратной связью. В Институте накоплен опыт работы по применению систем управления плазмой для различных термоядерных установок в компьютерном моделировании и в физических экспериментах. Начало работ связано с применением систем управления для подавления желобковой неустойчивости плазмы в экспериментах на открытой магнитной ловушке Огра-3 в ИАЭ им. И.В. Курчатова. Затем работы были перенесены на токамаки, что привело к разработке цикла систем различных классов, внедренных в практику физического эксперимента токамаков ТО-1, Т-7, Т-10, ТВД (ИАЭ им. И.В. Курчатова), Туман-3 (ФТИ им. А.Ф. Иоффе, г. Санкт-Петербург). Далее были выполнены работы по разработке и моделированию систем управления плазмой для проектов токамаков Т-14 (ГНЦ РФ ТРИНИТИ), Т-15 (НИЦ «Курчатовский институт»), ITER (Франция), а также для действующего сферического токамака Глобус-М (ФТИ им. А.Ф. Иоффе).



Дорожные карты создания первой коммерческой термоядерной электростанции на конвенциональных токамаках с большим аспектным отношением порядка 3-4 в 2075 г. и сферических токамаках с малым аспектным отношением 1,4-1,6 модульного типа в 2030 г.

Разработан стенд реального времени на компьютерах с операционной системой xPC Target от компании MathWorks. В стенде с Host PC загружаются симьюлинк-схемы, конвертированные в С-код, в модели объекта и регулятора,

соединенные по схеме обратной связи и реализованные на компьютерах реального времени. Такой стенд позволил промоделировать системы магнитного управления плазмой в ITER и токамаке Т-15 в реальном времени, показав правоту данного направления реализации систем управления плазмой посредством стендов реального времени.

Для действующего сферического токамака Глобус-М разработаны и применены быстродействующие системы управления положением плазмы на аналоговых ПИД-регуляторах и тиристорных инверторах тока в качестве исполнительных устройств в автоколебательном режиме работы с частотой до 3 кГц.

Предложен принцип адаптации вертикального положения плазмы к ее форме, когда неустойчивое вертикальное положение плазмы стабилизируется специальным быстродействующим контуром для достижения консенсуса с формой плазмы. Этот принцип был применен к ITER и токамаку Глобус-М.

Дальнейшая перспектива работы связана с внедрением в практику физического эксперимента сферического токамака Глобус-М2 цифровых систем управления плазмой с перенесением полученного экспериментального опыта работы на проектирование электромагнитной системы и цифровой системы управления плазмой на сферический модуль-токамак термоядерной электростанции.

Внедрение: НИЦ «Курчатовский институт»;
ITER (Франция), ФТИ им. А.Ф. Иоффе.

Контакты: лаборатория «Идентификации систем управления
им. Н.С. Райбмана»
(зав. лаб. – д.т.н. Н.Н. Бахтадзе).

2.7. НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ МЕХАНИЗМОВ, АГРЕГАТОВ И МАШИН

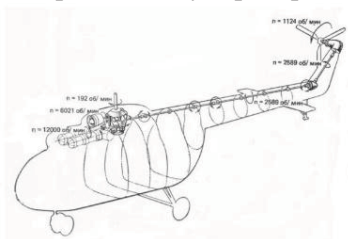
Разработаны методы диагностики механизмов, агрегатов, машин, их узлов и деталей на основе:

- анализа акустических сигналов, вызванных ударным возбуждением;
- оценки величины микровариаций вращения вала, регистрируемых с помощью датчика частоты вращения.



Предложенные методы дополняют традиционные методы вибродиагностики и существенно расширяют возможности неразрушающего контроля.

Область применения разработок включает авиацию, флот, машиностроение, энергетику и ряд смежных областей, использующих двигатели, трансмиссию, электромеханику и роторное оборудование.



Разработанные методы апробированы и показали хорошие результаты на примерах решения задач диагностики состояния хвостового редуктора вертолета, роликовых подшипников и лопаток компрессора газотурбинного авиационного двигателя. Созданы и внедрены программно-аппаратные средства для анализа акустических сигналов, вызванных ударным возбуждением в лопатке компрессора газотурбинного двигателя.

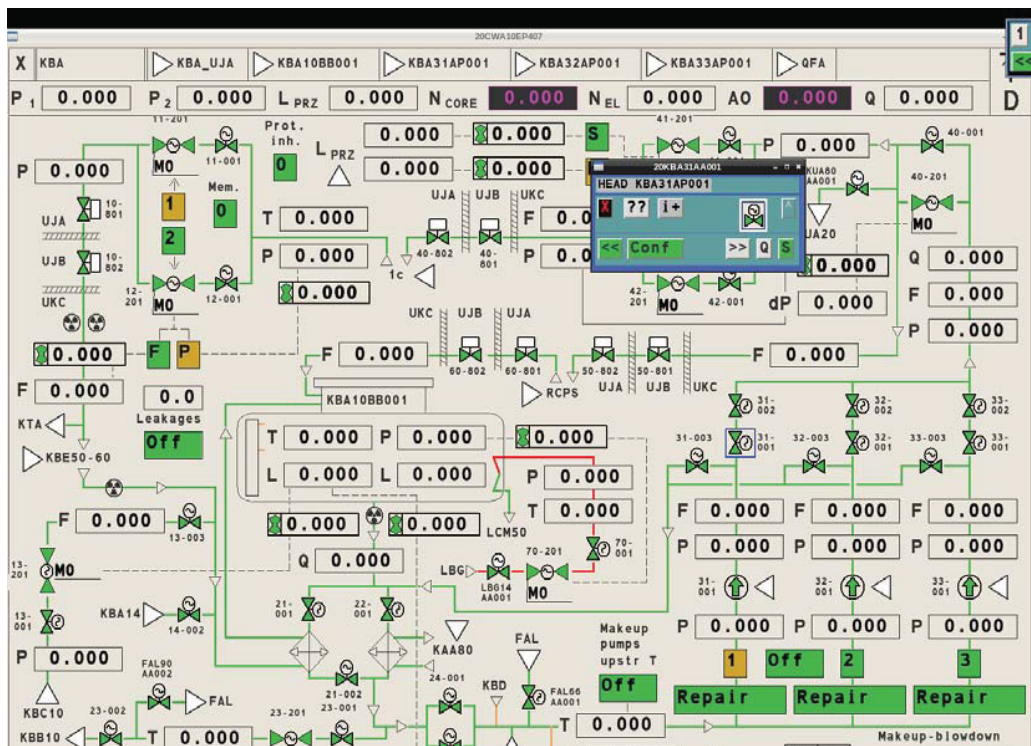
Внедрение: ПК «Салют» АО «ОДК» НИИД, научно-исследовательская лаборатория компрессорных лопаток.

Контакты: лаборатория «Управления по неполным данным»
(зав. лаб. – д.т.н., член-корреспондент РАН А.А. Галяев).

2.8. ИНТЕГРАЦИОННАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ АСУ ТП – СИСТЕМА ОПЕРАТОР



Интеграционная платформа для АСУ ТП – Система Оператор – SCADA система для атомной энергетики (разработана по заказу Минатома, имеет разрешение для применения в системах, важных для безопасности, обладает стопроцентной лицензионной чистотой, тестирована тремя независимыми организациями, имеет документацию по ГОСТ, открытые исходные коды).



Интеграционная платформа для АСУ ТП – Система Оператор:

- представляет собой инструментальное средство разработки прикладного программного обеспечения компьютерных систем контроля и управления технологическими процессами в части организации человеко-машинного интерфейса с оперативным персоналом, ведения архивов значений входных и выходных параметров и других функций контроля, управления и диагностики;
- обладает возможностями для создания широкого спектра программно-технических комплексов, отличающихся по техническим средствам, операционным системам, а также числу и составу элементов;

- включает в себя два программных комплекса: Рабочее программное обеспечение (РПО) и Конфигуратор. РПО предназначено для реализации процесса обработки информации в составе АСУ ТП. Конфигуратор является системой автоматизированного проектирования (САПР), при помощи которой РПО настраивается на особенности АСУ ТП. Конфигуратор используется только в процессе разработки и отладки верхнего уровня АСУ ТП;
- РПО и Конфигуратор обеспечивают технологию разработки многотерминальных систем.

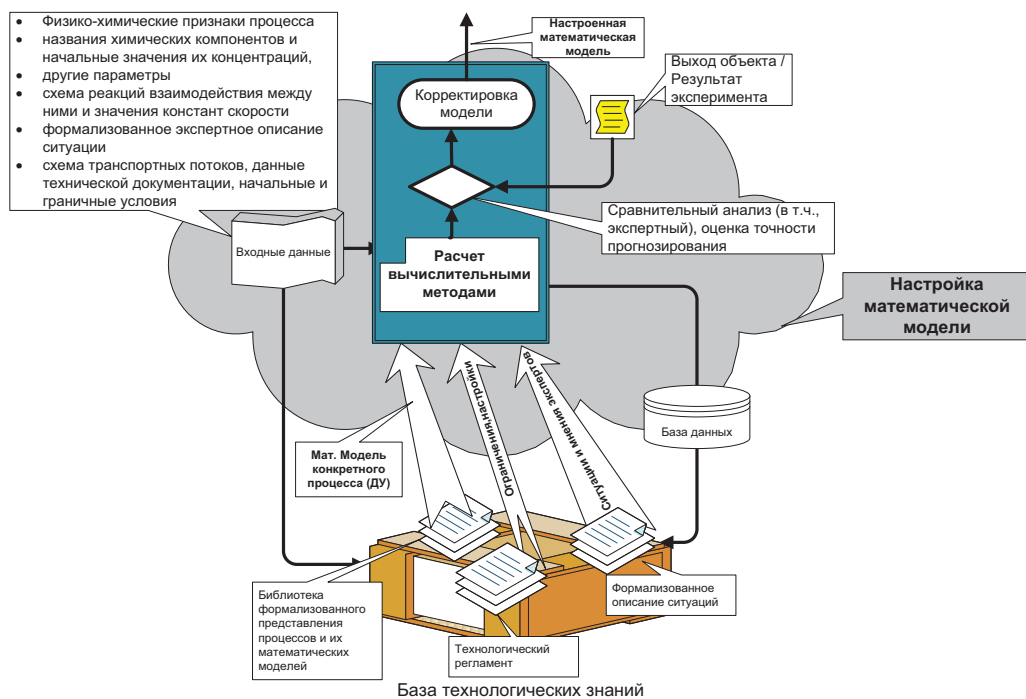
Внедрение, реализация: РПО и Конфигуратор внедрены и эксплуатируются на действующих АЭС «Бушер»-1 (Исламская республика Иран) и АЭС «Куданкулам», блоки 1–2 (Республика Индия), а также применяется для разработки ППО СВУ для строящейся АЭС «Куданкулам», блоки 3–4 (Республика Индия).

Контакты: лаборатория «Распределенных информационных, аналитических и управляющих систем им. И.В. Прангишвили»
(зав. лаб. – д.т.н. А.Г. Полетыкин).

2.9. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Программно-аппаратный моделирующий комплекс (ПАМК), представляет собой информационно-управляющую систему с прогнозирующей моделью, основанной на знаниях, с интерактивным интерфейсом.

Математическая модель, лежащая в основе ПАМК, не только достаточно точно описывает физико-химические свойства реагентов, участвующих в процессе, но и адекватно отражает конкретику протекающей реакции и технологической установки. Учитываются не только ограничения и особенности, определяемые технологическим регламентом, но и экспертные мнения – посредством интерактивного интерфейса.

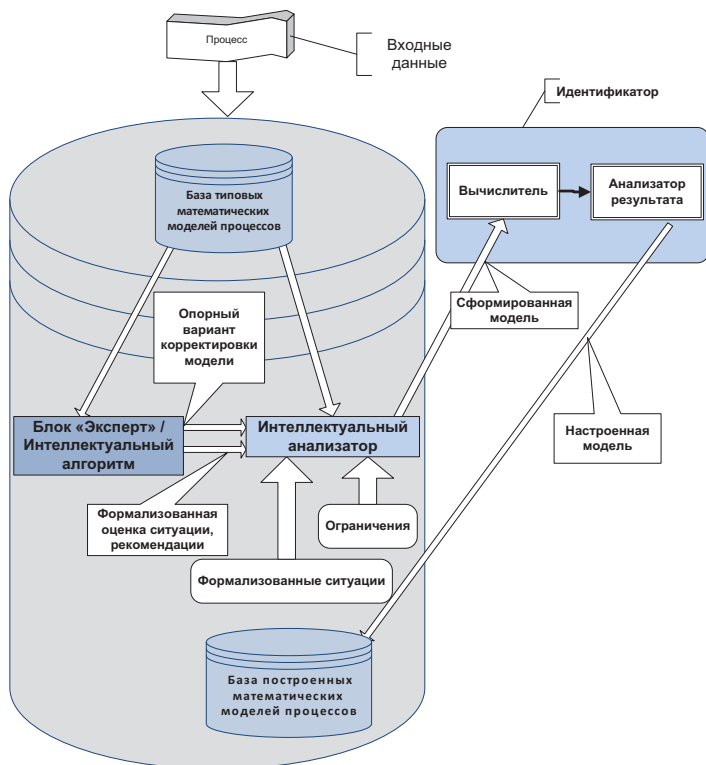


Архитектура ПАМК

Поддержка принятия решений осуществляется на основе интеллектуального анализатора текущей ситуации с варьированием отдельных параметров с целью корректировки модели. В Базе знаний содержится ряд библиотек, накапливающих «производственный опыт» – от синхронизированных во времени входов и соответствующих им выходов и уравнений для известных физико-химических процессов – до архивов настроенных моделей и архивов формализованных ситуаций – «закодированных» признаков и характеристик текущего состояния. Такие библиотеки требуются как для экспертного анализа, так и для функциони-

рования интеллектуальных алгоритмов, моделирующих процесс принятия решений человеком-оператором.

Получаемое решение проверяется на пригодность посредством сравнения с результатом эксперимента или с реальным выходом объекта. На этом этапе осуществляется дополнительная настройка параметров уравнений.



Обобщенная схема функционирования интеллектуального анализатора

Внедрение: ЗАО «Наука и инновации» – Управляющая организация ОАО «ВНИИХТ».

Контакты: лаборатория «Идентификации систем управления им. Н.С. Райбмана»
(зав. лаб. – д.т.н. Н.Н. Бахтадзе).

2.10. УПРАВЛЕНИЕ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

I. Информационная самообучающаяся автоматическая система оптимального раскроя сортового проката, обеспечивающая снижение расходных коэффициентов

В рамках работы:

- установлены основные функциональные зависимости между технологическими параметрами, их взаимно-корреляционные функции и влияние режимных параметров формирования стальных заготовок на точность определения параметров прокатки и резки;
- проведена обработка статистических материалов по резке заготовки для автоматизации резки;
- предложены, проанализированы, рекомендованы и выбраны различные структурные схемы возможных реализаций и оптимизации процесса резки заготовок из условий минимизации потерь стали и энергосбережения;
- выбраны методика и структурная схема самообучающейся нейронной сети для интеграции ее в существующую структуру АСУ ТП прокатного стана «250».



II. Адаптивная система автоматического управления энергетическим режимом электродуговой сталеплавильной печи переменного тока (ДСП-40)

В рамках работы:

- установлено влияние рабочего электрического режима печи на показатели энергоэффективности плавки. Разработаны рекомендации по минимизации аварийных нештатных ситуаций в процессе эксплуатации печи;

- разработана упрощенная модель теплового режима печи. Разработаны модели электрического контура печи, произведена идентификация параметров моделей;
- получены электрические и рабочие характеристики ДСП-40, отражающие энергоэффективность работы печи, проведен анализ текущих режимов энергопотребления и сделаны рекомендации по их статической коррекции.

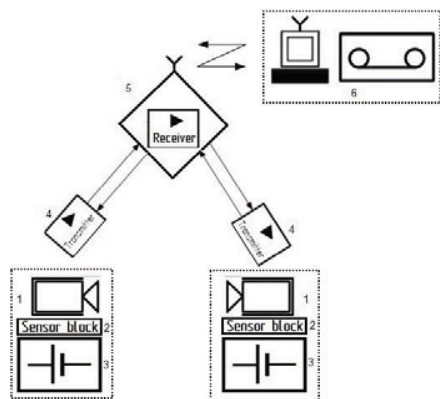


Внедрение: ОАО «Ижсталь».

Контакты: лаборатория «Идентификации систем управления
им. Н.С. Райбмана»
(зав. лаб. – д.т.н. Н.Н. Бахтадзе).

2.11. КИБЕРФИЗИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В РЫБНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ

Система предназначена для сбора, обработки и дальнейшего анализа визуальной и сенсорной информации о процессе жизнедеятельности рыб в искусственных водоемах на рыбных хозяйствах в режиме реального времени, независимо от квалификации работников и времени суток. Мониторинг активности роста и движения, а также отслеживание параметров водной среды позволяют оценить эффективность проводимых мероприятий над гидробионтами.



Подсистема технического зрения на основе IP-камер позволяет получать актуальную информацию, даже при удаленном нахождении оператора от бассейна. Подсистема датчиков позволяют отслеживать качество воды, и в случае превышения норм параметров посылать оперативный сигнал работникам предприятия для устранения возникших проблем и профилактики.

С использованием нейросетевых технологий разработан метод выделения и сегментации осетровых, для дальнейшего определения их размера в режиме реального времени. В зависимости от различного состава кормов, параметров проживания возможно будет установить наиболее эффективные условия для выращивания рыб.



Разработан макет и нейросетевой алгоритм для подсчета икры. Это позволит уменьшить время подсчета икры и исключить погрешности методов, которые используются в настоящее время (измерение весовым/объемным методом).



Сбор и хранение видеоинформации и информации с датчиков позволит в дальнейшем проводить анализ и прогнозирование различных мероприятий над организмами.

Внедрение: Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»);
Казанская государственная академия ветеринарной медицины им Н.Э. Баумана;
МГУТУ им. К.Г. Разумовского (ПКУ).

Контакты: лаборатория «Киберфизических систем»
(зав. лаб. – д.т.н. Р.В. Мещеряков).

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА УПРАВЛЕНИЯ

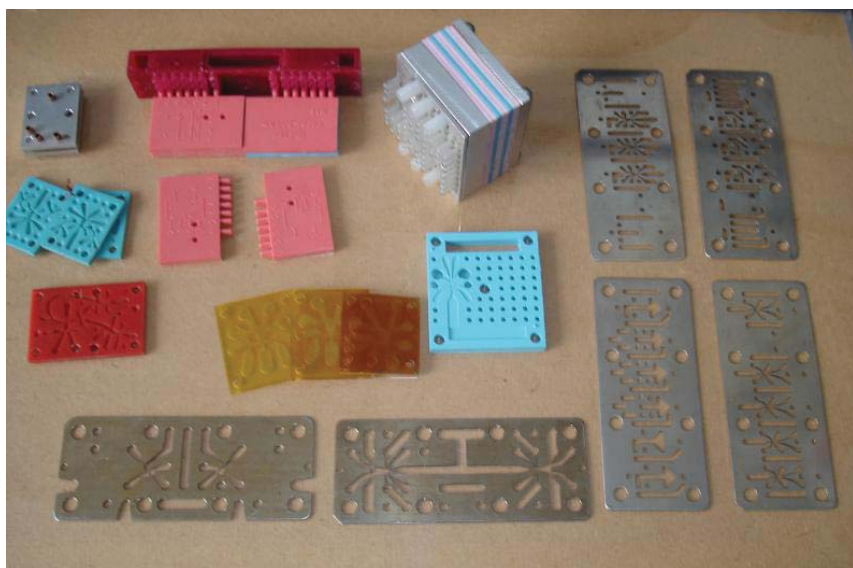
3.1. СТРУЙНАЯ ТЕХНИКА

Струйная техника предназначена для построения устройств и систем управления, работающих в тяжелых экстремальных условиях (вибрации, высокие и низкие давления и температуры, электромагнитные излучения). Струйная техника работает на аэрогидродинамических эффектах потоков жидкости или газа без использования подвижных частей и является развитием традиционной пневмоавтоматики, выделяясь малыми габаритами и высоким быстродействием. Струйные элементы и модули могут изготавливаться печатным способом из любых материалов.

В Институте разработаны научные основы, принципы построения струйных измерительных преобразователей технологических параметров и систем управления, а также технологические процессы их реализации.

Основными областями применения струйной техники являются:

- построение различных устройств управления параметрами авиационных двигателей (обороты турбины, управление перепускными клапанами компрессора, положением направляющих аппаратов и т.п.);
- резервные системы управления летательными аппаратами для повышения их надежности;
- построение измерительных преобразователей параметров производственных процессов (количества и расхода жидкостей и газов, линейных и угловых скоростей, температуры, давлений, геометрических размеров и т.д.).



Струйная техника обеспечивает:

- надежную работу устройств и систем управления в экстремальных условиях;
- низкую себестоимость струйной аппаратуры;
- высокое быстродействие по сравнению с мембранной пневмоавтоматикой;
- удобную реализацию первичных измерительных преобразователей технологических параметров (расхода, температуры, геометрических размеров, линейной и угловой скоростей и т.д.).

Струйная техника используется для:

- измерения потребления углеводородного сырья в коммунальном хозяйстве (счетчики газа СГ-1 и СГ-2);
- измерения расходов водяного теплоносителя высоких параметров в канальных реакторах АЭС типа РБМК-1000 и РБМК-1500.



Внедрение: ОАО «РЕГИСТР» г. Омск;
ОАО «Счетприбор», г. Орел.

Контакты: лаборатория «Технических средств управления»
(зав. лаб. – д.т.н. А.В. Балабанов).

3.2. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ДОЗИРОВАНИЯ ЖИДКОСТЕЙ «САД-1М»

САД-1М – унифицированные пневматические и пневмоэлектронные системы автоматизированного порционного и непрерывного дозирования жидких продуктов различной вязкости с отмериванием дозы по косвенным параметрам.

Назначение: расфасовка жидких продуктов в тару в упаковочной отрасли, в том числе пищевых и технических жидкостей, медицинских препаратов, продуктов лакокрасочных производств, жидких компонентов для изготовления наливных полов, дозирование жидких реагентов в процессах очистки сточных вод; нанесение клеевых составов в сборочных производствах с клеевыми соединениями в режимах порционного и непрерывного дозирования; непрерывное и порционное дозирование одно- и многокомпонентных составов при автоматизации широкого спектра технологических процессов в пищевой, химической, текстильной лакокрасочной и других отраслях промышленности.

Технические характеристики: Диапазон дозирования: 0,001...20 л – объемное порционное дозирование с поддиапазонами: 1-25 мл, 5-100 мл, 100 мл-2 л, 2-20 л; 0,1-250 мл/с – непрерывное дозирование. Производительность: при объеме дозы 0,5 л по воде – 20 доз/мин. Точность дозирования: $\pm 0,3...0,5\%$ от заданного значения объема дозы. Вязкость жидкости: $(1-1500) \times 10^{-3}$ Па·с.



Пример применения: восьмиканальная система автоматического дозирования подсолнечного масла на линии упаковки рыбной продукции.

Отличительные особенности: отказ от использования мерных камер с механическими подвижными элементами и дорогостоящих весоизмерительных устройств для отмеривания дозы прямым методом и их замена на более простые по составу оборудования и надежные системы с отмериванием дозы по косвенным параметрам, строящиеся на базе пневматических датчиков барботажного типа; построение управ-

ляющих устройств (УУ) на пневмоэлементах разработанной в лаборатории №2 Института элементной базы промышленной пневмоавтоматики систем «УСЭППА» и «ЦИКЛ», которая легко сочетается с датчиками рабочих параметров и серийно выпускаемыми исполнительными механизмами дозирующих устройств (ДУ) других широко известных фирм.

Преимущества: построение унифицированных систем дозирования в виде совокупности технологических элементов ДУ и пневматического (или пневмоэлектронного) УУ; обеспечение высокой эксплуатационной надежности, требуемой точности и широкого диапазона дозирования; использование однотипного

оборудования на жидкостях с широким спектром изменения физико-химических свойств; плавная регулировка и оперативная настройка, как величины дозы, так и верхней границы диапазона дозирования; отсутствие «межоперационного» каплеобразования; возможность построения многоканальных систем дозирования и их совмещения с конвейерными линиями; пожаро- и взрывобезопасность при использовании только пневматических средств; простота и безопасность обслуживания.

Внедрение: ЗАО «Технобазис»;
ЗАО «Сервиспак».

Контакты: лаборатория «Технических средств управления»
(зав. лаб. — д.т.н. А.В. Балабанов).

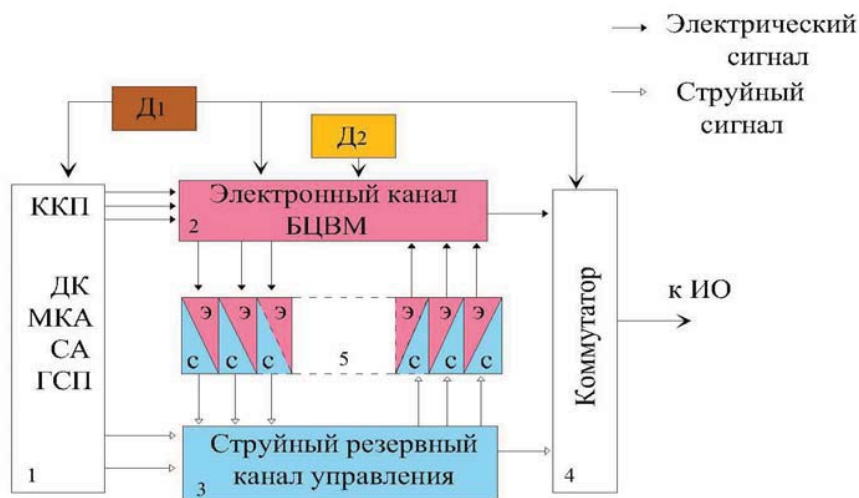
3.3. РЕЗЕРВНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НЕЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ

Разработана концепция построения разнородной системы управления (СУ) «критическими объектами», включающая основной электронный канал управления и резервный канал неэлектрической природы на базе элементов струйной техники. На работоспособность электронных систем управления (СУ) существенное влияние оказывают внешние дестабилизирующие факторы (ДФ), в том числе электромагнитные и радиационные излучения. Никакие избыточные структуры не могут предохранить их от существующих электромагнитных спектров ДФ, которые на некоторое время целиком или полностью выводят радиоэлектронные компоненты СУ из строя, что в жестком реальном времени означает недопустимое прерывание процесса управления. Важнейшим назначением резервных СУ представляется управление «критическими объектами», выход из строя которых может привести к катастрофическим последствиям.

Одним из вариантов обеспечения надежности управления и безопасности критических объектов при воздействии ДФ является использование разнородной СУ, включающей наряду с основным электронным резервный канал на базе цифровых элементов струйной техники. Струйные элементы и системы обладают рядом достоинств. К их числу относятся:

- нечувствительность к электромагнитному излучению, радиации, ударным нагрузкам и вибрациям;
- работоспособность в широком диапазоне температур;
- высокая надежность, обусловленная отсутствием подвижных частей;
- отсутствие электромагнитных помех для электронной аппаратуры.

Вместе с тем струйные элементы имеют существенно более низкое быстродействие по сравнению с электронными техническими средствами автоматики.



Блок-схема разнородной (комбинированной) СУ

Основными элементами разнородной СУ являются:

- 1 – комплекс командных приборов ККП;
- 2 – два канала различной природы основной (электронный);
- 3 – резервный (струйный);
- 4 – коммутатор;
- 5 – блок сопряжений сигналов основного электронного с сигналами резервного струйного канала;
- датчики состояния окружающей среды D_1 и D_2 .

Основной электронный канал включает в себя цифровой вычислительный комплекс ЦВК со своими связями. Оба канала работают параллельно, решая идентичные алгоритмы управления, и способны обмениваться информацией для коррекции точности резервного канала по информации электронного и восстановления вычислительного процесса в основном канале после его сбоя от действия поражающих воздействий по информации резервного.

Разнородная комбинированная СУ работает в двух режимах – рабочем и аварийном. В рабочем режиме основной электронный канал включен в контур управления, а резервный струйный – нет. При этом резервный параллельно работает с теми же алгоритмами, что и основной электронный канал. Из-за недостаточности высокого быстродействия струйных элементов, резервный канал обеспечивает меньшую точность, чем основной. Поэтому после окончания каждого базового цикла основной канал корректирует резервный. Таким образом, на малых интервалах времени, резервный канал СУ обеспечивает точность решения алгоритмов, близкую к точности основного.

Контакты: лаборатория «Технических средств управления»
(зав. лаб. – д.т.н. А.В. Балабанов).

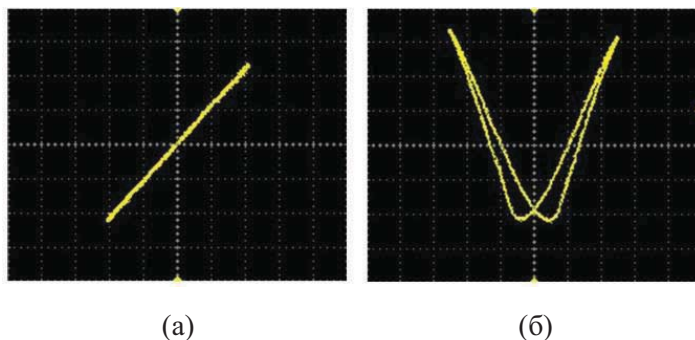
3.4. АНИЗОТРОПНЫЕ ТОНКОПЛЕНОЧНЫЕ МАГНИТОРЕЗИСТИВНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ И ТОКА

Новые типы многослойных анизотропных магниторезистивных преобразователей (АМРП) магнитного поля и тока с магнитожесткими микромагнитами с запатентованными оригинальной топологией элементов и способами их управления. Конструкция и способы управления позволяют формировать четную и нечетную вольт-эрстедную характеристику (ВЭХ) элементов. Теоретические, технологические и экспериментальные исследования разработанных и изготовленных тестовых образцов АМРП магнитного поля и тока, показали их работоспособность.

На основе микромагнитной теории разработаны математические модели функционирования АМРП магнитного поля, позволяющие теоретически определять основные статические параметры и характеристики преобразователей. Проведенный математический анализ определил оптимальные параметры АМРП, соответствующие их максимальной чувствительности и линейности характеристики. Проведен анализ работоспособности АМРП при наличии магнитожестких Co-Ni микромагнитов, позволяющих существенно улучшить характеристики преобразователей.

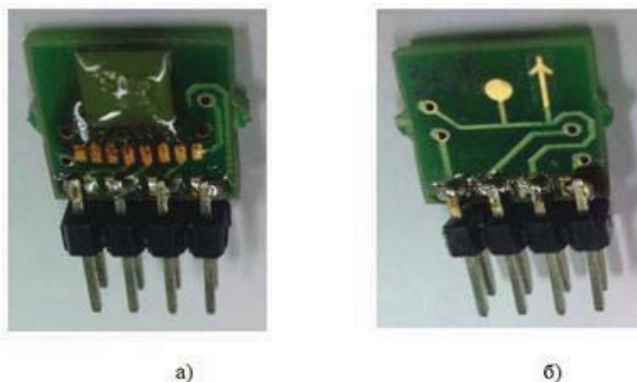
Разработаны тестовые образцы АМРП магнитного поля и тока с четной и нечетной ВЭХ и технология их изготовления. Элементы изготовлены на основе многослойных тонкопленочных Ti-FeNiCo-Ti и Ti-FeNiCo-Ti-FeNiCo-Ti наноструктур и магнитожестких Co-Ni микромагнитов. Выполнены исследования, в рамках которых:

- разработана базовая технология изготовления АМРП кристаллов;
- изготовлены АМРП магнитного поля;
- исследованы характеристики АМРП магнитного поля;
- разработаны микросхемы, содержащие выполненные на одном кристалле АМР преобразователи и схемы их управления по КМОП-технологии.

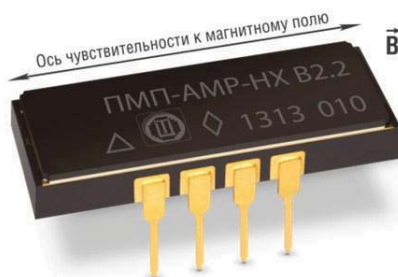


Осциллограммы нечетной (а) и четной (б) ВЭХ АМРП магнитного поля

Изделия могут применяться в качестве измерителей магнитного поля и тока в контрольно-измерительных системах гражданского, космического и спецназначения, например, в кнопках сотовых телефонах, компасах, системах магнитной локации, в том числе, медицинских капсулах для диагностики кишечного тракта, бесконтактной диагностики трубопроводов и в других аналогичных приборах, а также являться основой для создания гальванических развязок и биосенсоров.



Фотография макета АМРП с лицевой (а) и обратной стороны (б)



Фотоснимок АМРП с нечетной ВЭХ в восьмивыводном металлокерамическом немагнитном герметичном корпусе

Внедрение: НПК «Технологический центр» (г. Зеленоград).

Контакты: лаборатория «Технических средств управления»
(зав. лаб. – д.т.н. А.В. Балабанов).

3.5. ПРИВЯЗНАЯ ВЫСОТНАЯ БЕСПИЛОТНАЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННАЯ ПЛАТФОРМА ДЛИТЕЛЬНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

В настоящее время широкое развитие получили высотные телекоммуникационные платформы, реализуемые на автономных беспилотных летательных аппаратах (БПЛА), и подводные роботы. Основным недостатком автономных беспилотных аппаратов является ограниченное время функционирования, связанное с малым ресурсом аккумуляторных батарей для БПЛА, оснащенных электрическими двигателями или запасом топлива для БПЛА на базе двигателей внутреннего сгорания. В связи с этим такие БПЛА не могут эффективно использоваться в системах, где требуется длительное время функционирования, например, в системах управления безопасностью и охраны от террористических угроз критически важных объектов (атомных станций, аэропортов, протяженных мостов, участков государственной границы и т.д.).

Длительное функционирование могут обеспечивать привязные высотные беспилотные платформы, в которых электропитание двигателей и аппаратуры полезной нагрузки осуществляется от наземных источников энергии. Привязные высотные платформы занимают промежуточное положение между спутниковыми системами и наземными системами, оборудование которых (базовые станции содовой связи, радиорелейное и радиолокационное оборудование и т.д.) располагается на высотных сооружениях. Привязные высотные платформы по сравнению с дорогостоящими спутниковыми системами, обладают высокой экономичностью, а наземные телекоммуникационные системы превосходят по обширности области телекоммуникационного и видео покрытия.

Учитывая обширность практического применения привязных беспилотных высотных платформ как в гражданских, так и в оборонных отраслях, в исследовательских центрах передовых стран мира ведутся интенсивные работы по проектированию и реализации таких проектов. В Институте в период 2016-2018 гг. разработаны теоретические основы построения привязных высотных беспилотных платформ длительного действия; испытаны в лабораторных и полевых условиях экспериментальные образцы такой платформы, не имеющей мировых аналогов.

Основным преимуществом данного проекта по сравнению с зарубежными разработками (отечественные разработки на российском и мировом рынке отсутствуют) является возможность удаленной передачи энергии мощностью до 10 кВт по медным проводам малого сечения (малого веса) с земли на борт для питания электродвигателей БПЛА и аппаратуры полезной нагрузки, а также создание беспилотных аппаратов, обладающих высокой надежностью и длительным временем функционирования без опускания на землю. Новая технология передачи энергии обеспечивает возможность подъема платформы на высоту до 200 м с полезным грузом до 20 кг и длительным сроком функционирования, ограниченным лишь надежностными характеристиками беспилотного аппарата.

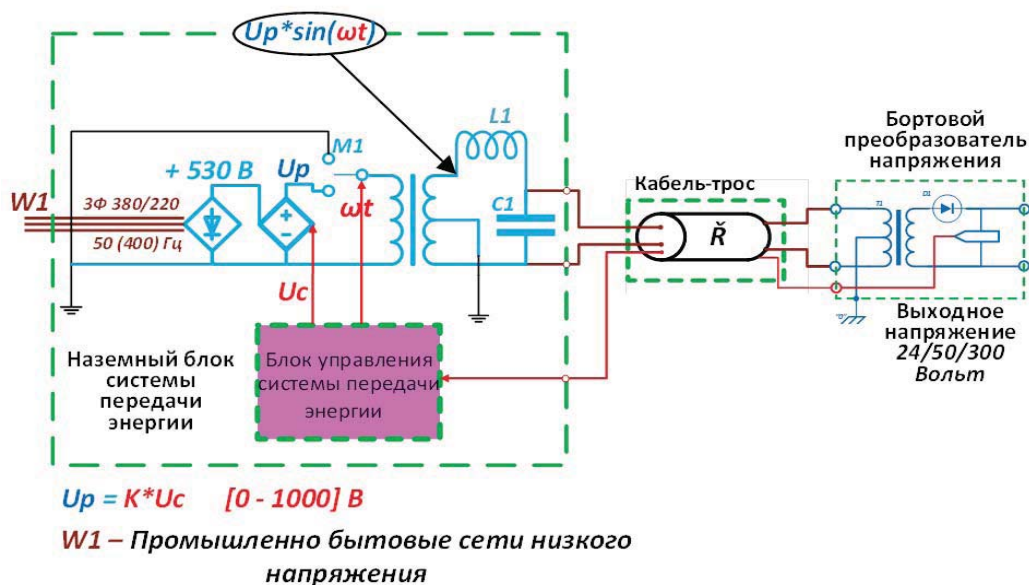


Схема системы передачи энергии земля-борт беспилотного аппарата

Приведенная схема иллюстрирует разработанную методологию передачи энергии большой мощности. В отличие от традиционных низкочастотных подходов реализован резонансный метод передачи энергии высоковольтным (до 2000 В), высокочастотным (до 200 кГц) сигналом, позволяющий резко снизить массу и габариты наземного и бортового преобразователей напряжения. Указанный метод позволяет также осуществлять многофазную передачу энергии, причем общая передаваемая мощность пропорциональна числу фаз в соединительной линии (кабель-тросе), что обеспечивает высокую выходную мощность (30 кВт в дальнейшей разработке) и малый вес кабель-троса. Резкое снижение веса бортового преобразователя и соединительного кабель-троса, что принципиально для создания привязной высотной платформы, является одним из основных преимуществ предлагаемого подхода.

Технические характеристики привязной платформы приведены в таблице.

Высота подъема, м	Взлетный вес, кг	Предельная ветровая нагрузка, м/с	Передаваемая мощность земля-борт, кВт	Температурный режим, °C
150	35	до 15	до 7	–30...+40

Разработан также высоконадежный беспилотный летательный аппарат, обеспечивающий длительное функционирование полезной телекоммуникационной и видео нагрузки весом до 10 кг (рис. 2).



Рис. 2. Высоконадежный беспилотный летательный аппарат

На рис. 3 показан внешний вид лебедки с микропроцессором для управления натяжением кабель-троса при взлете и посадке и мультироторный беспилотный аппарат, каждый 50-вольтовый двигатель которого потребляет 1 кВт энергии.

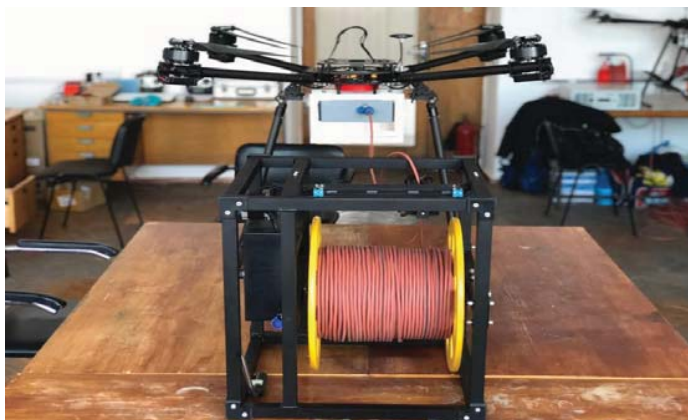


Рис. 3. Лебедка с микропроцессором для управления натяжением кабель-троса

Разработанная привязная высотная беспилотная телекоммуникационная платформа имеет широкое применение как в гражданских, так и оборонных отраслях; демонстрировалась на выставке по робототехнике в Санкт-Петербурге (2017 г.), на выставках при проведении международной конференции DCCN-2017, 2018; на Международном форуме «Армия-2021» и полигоне НПО «Андромидная техника» (г. Магнитогорск) (см. рис.4 и 5, 6).



Рис. 4. Мобильная привязная высотная беспилотная платформа «Альбатрос» на базе переоборудованного автомобиля УАЗ-Профи, которая демонстрировалась на международном форуме «Армия -2021» в составе экспозиции Минобрнауки РФ
https://disk.yandex.ru/i/FVZNVmr-Pv_4xA
<https://disk.yandex.ru/i/o5oMjcrkzOV7dg>



Рис. 5. Мобильная привязная высотная беспилотная платформа «Альбатрос» на базе робота разработки НПО «Андроидная техника»



**Рис. 6. Испытания на полигоне НПО «Андроидная техника»,
г. Магнитогорск**

<https://disk.yandex.ru/i/1aFPg36sUFXTIlg>

Контакты: лаборатория «Телекоммуникационных систем»
(зав. лаб. – д.т.н. В.М. Вишневский).

3.6. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ НА АВТОДОРОГАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ RFID-ТЕХНОЛОГИЙ И ШИРОКОПОЛОСНЫХ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

Аварийность на транспортных магистралях является одной из острейших социально-экономических проблем, стоящих перед большинством стран мира. В некоторых странах (США, Китай) эта проблема уже выведена на уровень государственного приоритета. На российских дорогах ежегодно погибает свыше 20000 человек. Поэтому в РФ обеспечение безопасности протяженных участков движения транспорта становится все более актуальной задачей. В мировой практике для автоматизированного контроля правонарушений на автодорогах широко используется аппаратура видеофиксации, включая радарное устройство для измерения скорости движения транспортного средства (ТС) и оптическую фотокамеру для фиксации номерного знака (идентификации) ТС. Однако указанная аппаратура имеет целый ряд существенных недостатков, которые затрудняют, а порой делают невозможной идентификацию автомобиля – нарушителя правил дорожного движения (ПДД).

В Институте разработаны теоретические основы, аппаратного-программный комплекс и технология построения нового поколения автоматизированных систем управления безопасностью на автодорогах, обеспечивающих резкое повышение вероятности идентификации мобильных ТС, обнаружение и пресечение нарушений ПДД, обеспечение безопасности протяженных магистралей.

В соответствии с разработанной технологией транспортные средства оснащаются номерными знаками с пассивными RFID-метками и антенными устройствами (рис. 1).



Рис. 1. Номерной знак с меткой и антенным устройством

Разработан отечественный RFID- считыватель, установленный над полотном дороги и обеспечивающий считывание информации с RFID-метки на расстояниях до 15 м. RFID-считыватель оснащен антенной и адаптером беспроводной сети, функционирующей под управлением протокола IEEE 802.11n, что обеспечивает беспроводную передачу информации (уникальный номер метки транспортного средства) в базу данных центра управления ГИБДД со скоростью до 300 мбит/с.

Схема разработанной системы управления безопасностью на автодорогах представлена на рис. 2.

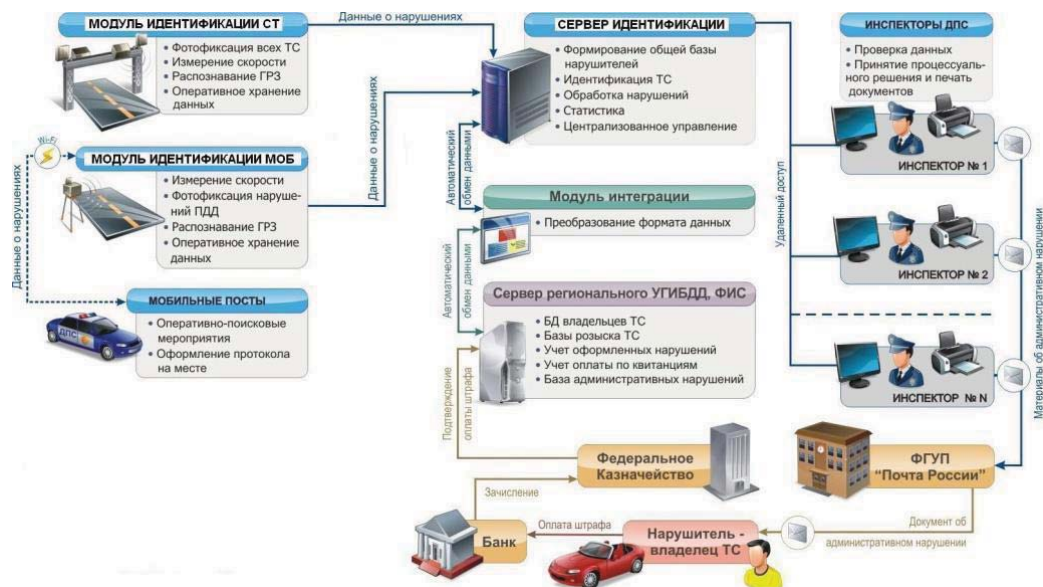
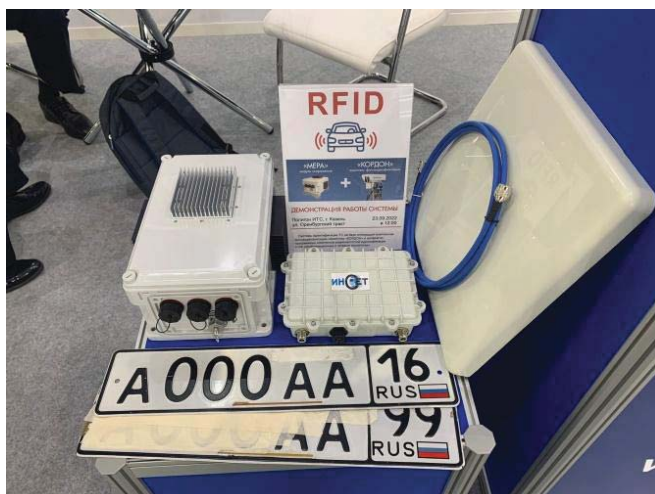


Рис. 2. Структура системы управления безопасностью

Разработанная система внедрена в г. Казань в рамках крупномасштабного эксперимента, в котором участвовало порядка 1000 транспортных средств, номерные знаки которых были оснащены RFID-метками. Результаты эксперимента показали, что разработанная система обеспечивает резкое повышение вероятности обнаружения нарушений ПДД (до 94% по сравнению с существующими 50%). Это делает наказание за нарушение ПДД практически неотвратимым, что в свою очередь позволит значительно снизить аварийность на автодорогах, число погибших в автокатастрофах и огромный материальный ущерб.

В последние годы разработан аппаратно-программный комплекс гибридной системы идентификации транспортных средств на базе RFID-технологии и существующих систем видеофиксации, превосходящий по основным характеристикам существующие мировые аналоги. Комплекс предназначен для реализации опытных зон новой системы повышения безопасности на автодорогах в г. Москве, г. Санкт-Петербурге и г. Казани в соответствии с постановлением Правительства РФ. Успешные полевые испытания гибридного комплекса прошли в 2022 г. на полигоне ГИБДД Республики Татарстан (рис. 3).



**Рис. 3. Демонстрация аппаратуры гибридной системы безопасности на авто-дорогах с использованием RFID-технологии и беспроводной связи.
Выставка в г. Казань (2022г.).**

Внедрение: МВД г. Казань.

Контакты: лаборатория «Телекоммуникационных систем»
(зав. лаб. – д.т.н. В.М. Вишневский).

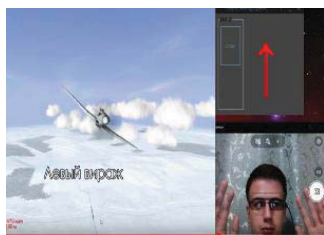
3.7. ИНТЕРФЕЙСЫ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫХ СИСТЕМ

Основные направления разработок:

- управление устройствами-эффекторами движением глаз (электроокулография, видеоокулография, оптикоокулография);
- управление устройствами-эффекторами движением по электромиографическому каналу (изменением электрической активности мышц);
- управление устройствами-эффекторами по каналу нейро-компьютерного интерфейса (SSVEP, P300).

Управляемые устройства: графические интерфейсы, манипуляторы, самоходные шасси, квадрокоптер.

1. Окулографический интерфейс (управление объектами движением глаз), в том числе и через VR AR IR очки, осуществляется детекцией положения зрачка в реальном времени с использованием линейки технологий.



**Управление
авиасимулятором
с использованием
оптикоокулографического
интерфейса**



**Управление
квадрокоптером
с использованием
видеоокулографического
интерфейса и AR очков**

Область применения: расширение функций и скорости реакций оператора эргатической системы, помощь людям с ограниченными возможностями, нейрогейминг.

2. Нейрокомпьютерный (мозг-компьютер) интерфейс – выработка команд на основе электрической активности мозга пользователя (SSVEP) в условиях его свободного перемещения (управление «силой мысли»), в том числе, и через VR AR IR очки.



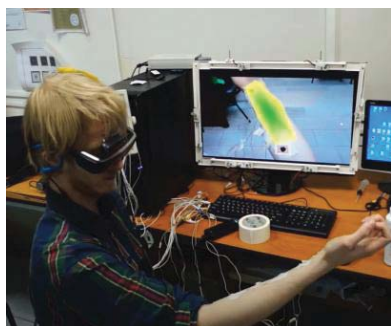
Управление кранокоптером с использованием интерфейса мозг-компьютер и AR очков



Управление моделью танка с использованием интерфейса мозг-компьютер и AR очков

Область применения: расширение функций и скорости реакций оператора эргатической системы, помощь людям с ограниченными возможностями, нейрогейминг.

3. Миографический интерфейс и системы обратной связи устройство-пользователь.

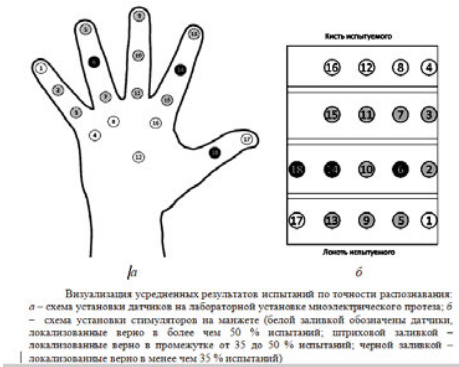


Пользователь наблюдает за миографической активностью через очки AR (на мониторе видно то, что видит пользователь)



Инвалидная коляска, управляемая активностью одной группы мышц пользователя

Область применения: расширение функций и скорости реакций оператора эргатической системы, помощь людям с ограниченными возможностями, нейрогейминг, фитнес, спорт высоких достижений, реабилитология.



Информационная система тактильно-тактильной и проприоцептивно-тактильной обратной связи, обеспечивающая возможность передачи «ощущения» с технического устройства (например, миопротеза), на тактильные рецепторы кожи пользователя. С другой стороны, система обеспечивает передачу на эту же группу рецепторов «проприоцептивной» информации с устройства (например, миопротеза), т. е., по аналогии с верхней конечностью здорового человека, информацию о положении пальцев, кисти и т.д.

4. Помимо указанных интерфейсов разработаны **дыхательный интерфейс**, обеспечивающий управление устройствами за счет изменения режима дыхания оператора и используемый в системах биологической обратной связи и реабилитации и **акселерометрические интерфейсы**, использующие данные о положении головы и/или конечностей пользователя.

5. Эмоционально-зависимый (стресс-зависимый) интерфейс на основе элементов искусственного эмоционального интеллекта

Результат разработки позволяет обеспечить:

1. эмоциональный компонент со стороны любого программного обеспечения;
2. изменение приоритетов и работы ПО в зависимости от эмоций пользователя;
3. маркетинг;
4. новый функционал в играх;
5. новый функционал в социальных сетях (разработанная сеть EmoNet).



Пример информирования других игроков об эмоциональном состоянии игрока

Внедрение: Проекты внедрены в педагогическом процесс в ФГБОУ ВО «ВГУ», в научной работе в ВГМА им. Бурденко, Первом Московском государственном медицинском университете имени И.М. Сеченова, МГХПА им. Строганова, Северо-восточном федеральном университете им. М.К. Аммосова.
Элементы проектов в виде методов, алгоритмов, программ, эргатических систем применяются в исследованиях и реабилитации больных нейрососудистого отделения БУЗ ВО «ВГКБСМП №1», БУЗ ВО ОКБ №1, БУЗ ВО «ВГКБСМП №10» г. Воронежа.

Контакты: лаборатория «Управления по неполным данным»
(зав. лаб. — д.т.н., член-корреспондент РАН А.А. Галяев).

3.8. ПОЛЕТНЫЙ КОНТРОЛЛЕР ДЛЯ БПЛА МУЛЬТИРОТОРНОГО ТИПА НА РОССИЙСКОМ МИКРОКОНТРОЛЛЕРЕ

Полетные контроллеры играют критическую роль в обеспечении полета воздушных судов, они представляют собой интегрированные системы, осуществляющие управление и контроль летательного аппарата в режиме реального времени.

- Разработан полетный контроллер на микросхеме K1986BE92QI (Россия) для управления современными БПЛА.
- Поддержка современных протоколов – Oneshot 125, TBS crossfire/ExpressLRS, аналоговая/цифровая передача видео. ПО может работать в режиме стабилизации и Асро режиме.
- Скорость работы цикла микропрограммы – 3 мс. Модульная архитектура ПО позволяет интегрировать новые функции и расширять возможности системы управления.
- Возможна конфигурация БПЛА мультироторного типа.
- Возможна реализация ПО под другие МК.

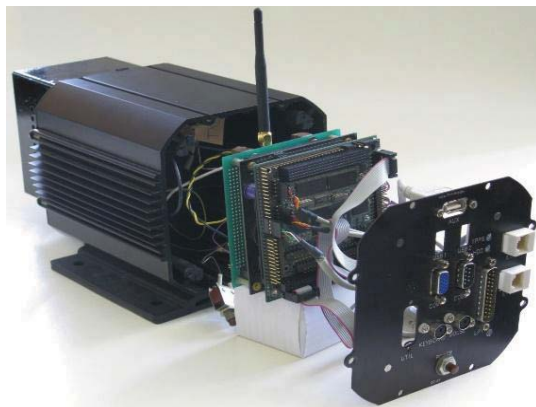


Опытный образец разрабатываемого полетного контроллера на борту современного FPV дрона

Контакты: лаборатория «Киберфизических систем»
(зав. лаб. – д.т.н. Р.В. Мещеряков).

3.9. ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКТ МИКРОБЛОЧНОЙ АППАРАТУРЫ ДЛЯ АСУ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ

Комплект микроблочной аппаратуры (КМБА) для подводных аппаратов освоения шельфа разработан согласно Федеральной целевой программы «Развитие гражданской морской техники» на 2009–2016 годы, утвержденной Постановлением Правительства РФ от 21.02.2008, №103.



В процессе выполнения проекта разработан комплект микроблоков беспроводного управления движением и изготовлен действующий макетный образец аппарата. В состав макета входит бортовой процессор ввода-вывода разработки ИПУ, микроблоки внешнего радиообмена, ввода-вывода радиосигналов и радиуправления, микроблоки интеллектуального и силового управления, электропитания.

Структура макета на базе КМБА реализована на внутренней распределенной сетевой топологии, в которой передача информации осуществляется по беспроводным каналам. Программное обеспечение КМБА поддерживает тестовый режим работы (режим ограниченной функциональности). Параметры модулей и сигналы управления по точности и быстродействию соответствуют требованиям подводных аппаратов АСУ.

Внедрение: НПО «Аврора».

Контакты: лаборатория «Эргатических систем»
(зав. лаб. – д.т.н. М. П. Фархадов).

3.10. МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ НЕОБИТАЕМЫЙ ПОДВОДНЫЙ АППАРАТ НПА «ВОДЯНОЙ-1»

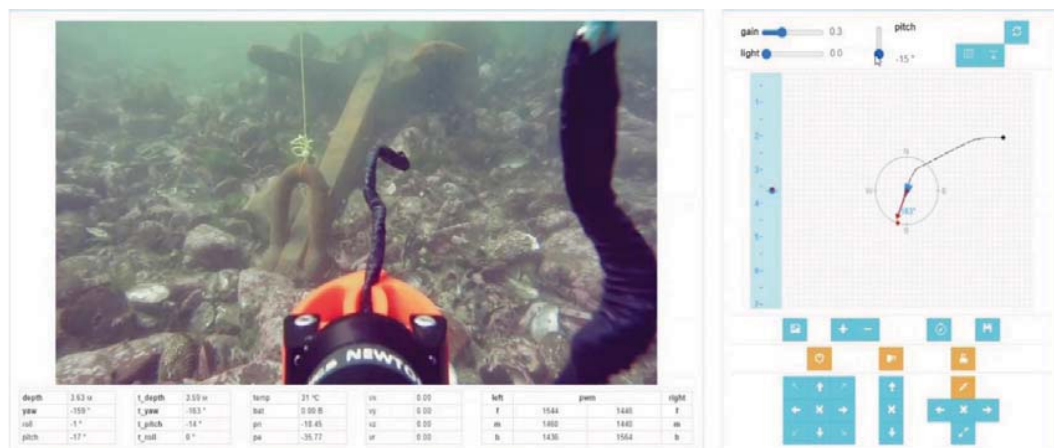
В ИПУ РАН разработан многофункциональный необитаемый подводный аппарат (НПА «Водяной-1»), превосходящий по основным характеристикам существующие мировые аналоги.

Многофункциональный НПА предназначен для выполнения следующих задач:

- научные исследования: компьютерное зрение, управления подводным аппаратом (локальное позиционирование, автономная навигация), групповая подводная робототехника - алгоритмы группового движения;
- обзорные работы: сбор информации о рельефе дна, наличии предметов и препятствий, осмотр судов на наличие объектов, прикрепленных снаружи к борту, обследование подводных трубопроводов, кабелей и др.;
- патрулирование и разведка периметра по заданной траектории;
- специальные назначения.

Команда ИПУ РАН принимала участие в соревнованиях по морской робототехнике «Восточный бриз 2020» во Владивостоке с необитаемым подводным аппаратом (НПА) собственной разработки «Водяной». Это аппарат сверхлегкого класса (массой 8.5 кг) с 6 винтами, которые обеспечивают ему 6 степеней свободы. Особое расположение движителей и разработанная сотрудниками ИПУ математическая модель позволяют выполнять всенаправленное движение с удержанием заданных углов крена и дифферента. Соревнования состояли из четырех заданий: осмотр подводных кабельных линий (трубопровода), осмотр боносетевых заграждений, поиск затонувших объектов и выполнение подводнотехнических работ на затопленном объекте. Разработанная система помощи оператору упростила выполнение конкурсных заданий, и команда Института оказалась победителем среди разработчиков.

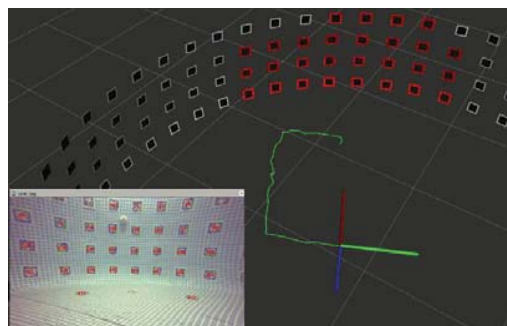
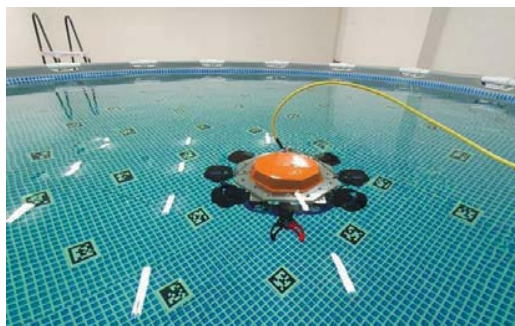




Важные результаты:

1. Разработана система визуального позиционирования с точностью до 0,5 см по графическим меткам в специально оборудованном бассейне.
2. Разработано программное и математическое обеспечение управления подводным аппаратом, с возможностью настройки регуляторов под заданный класс полезной нагрузки (до 3 кг).
3. Разработана система автоматической стабилизации аппарата.

Для выполнения исследований по моделированию и синтезу регуляторов для системы управления НПА «Водяной» был оборудован бассейн с графическими метками. Разработан программный комплекс по картографированию меток и позиционированию по ним под водой. На основе макетного прототипа «Водяного» создаются аналогичные подводные аппараты для исследования возможностей группового применения.





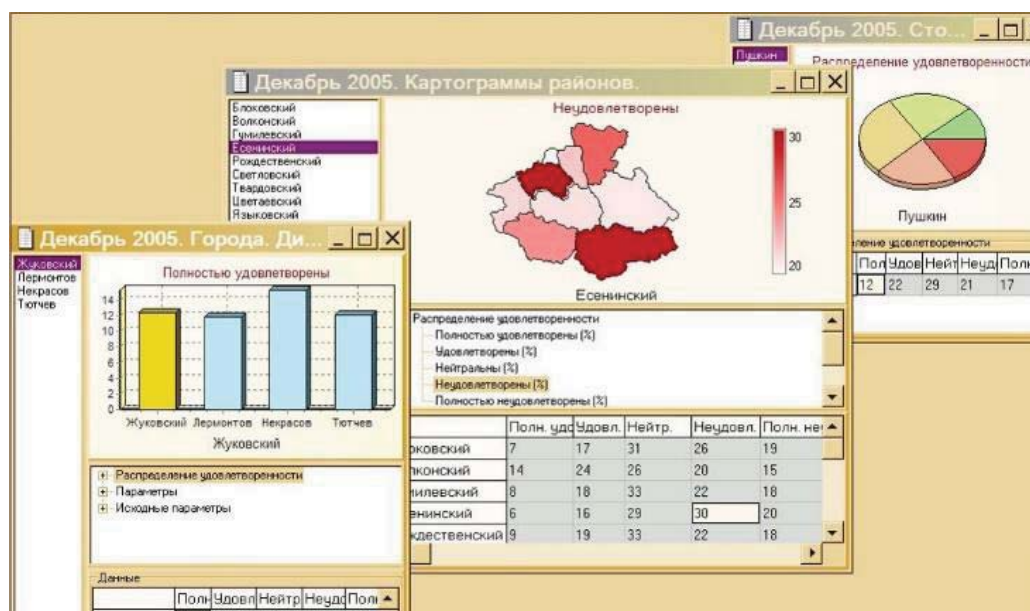
Проведены успешные испытания многофункционального НПА «Водяной-1» в специально оборудованном бассейне на территории ИПУ РАН и на полигоне ВМБ г. Новороссийска и г. Владивостока.

Контакты: лаборатория «Эргатических систем»
(зав. лаб. – д.т.н. М.П. Фархадов).

4. УПРАВЛЕНИЕ В ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

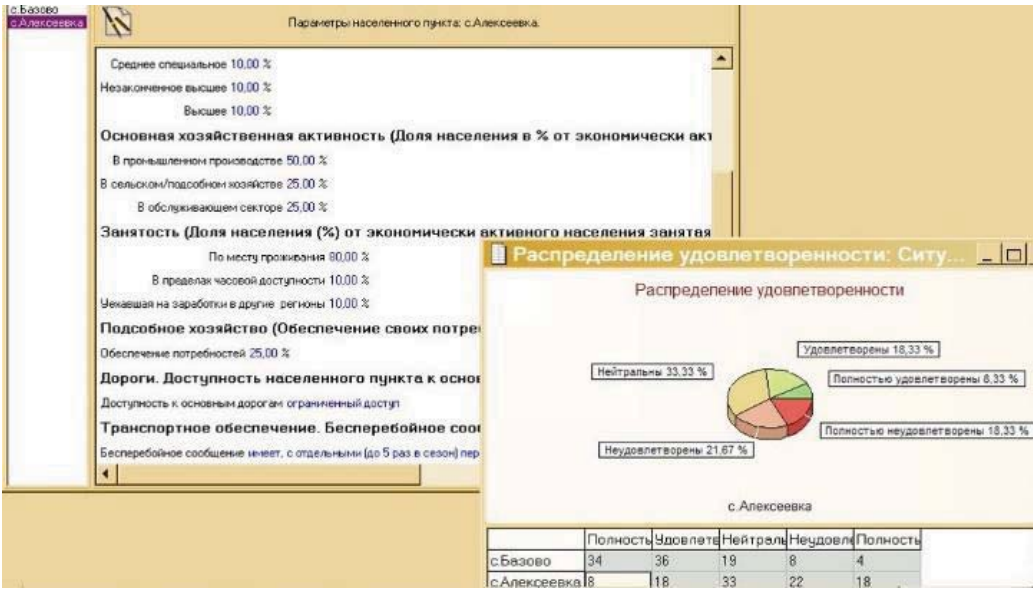
4.1. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА УСЛОВИЙ ПРОЖИВАНИЯ В РЕГИОНЕ И УДОВЛЕТВОРЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ АДМИНИСТРАЦИИ

Компьютерная система оценки качества условий жизни населения предназначена для обеспечения органов управления различных территориальных образований инструментарием для производства и анализа современной актуальной, надежной и достоверной информации о процессах и результатах жизнедеятельности населения для поддержки социально-экономических и инфраструктурных решений по развитию региона. Система предназначена для расчета прогностических моделей оценки качества проживания населения муниципальных округов, районов, городов и регионов.



Система компьютерного моделирования сценарного развития территорий – это всесторонняя интегрированная многомодельная платформа, формирующая в интерактивном режиме высококачественную среду поддержки принятия решений практически для всех аспектов управления государственной деятельностью. Система определяет проблемные ситуации («узкие места») в обеспечении качества жизни населения и позволяет сформировать «дерево» целей управления. Система включает в себя модель анализа качества проживания населения, агрегирующую исходную информацию о регионе, а также средства представления информации и

результатов анализа. Система также содержит блок имитационного моделирования сценариев развития подсистем региона. Кроме того, в системе могут быть реализованы учет совокупности различных ограничений, таких, как бюджет, трудовые ресурсы, состояние ЖКХ и т.д. при анализе перспектив развития региона.

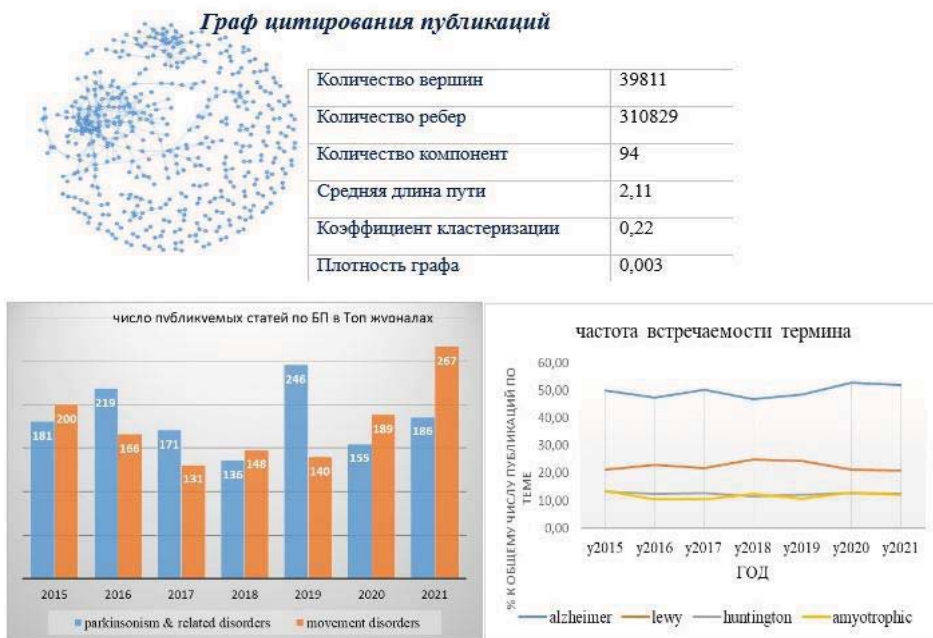


Внедрение: 17 областей и 7 городов РФ и 2 города за рубежом.

Контакты: лаборатория «Теории выбора и анализа решений им. М.А. Айзермана» (зав. лаб. – д.т.н. Д.А. Губанов).

4.2. ИНДЕКСЫ ЦЕНТРАЛЬНОСТИ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Введены новые индексы центральности в сетях, уже нашедшие многочисленные применения в задачах библиометрии, анализа миграционных потоков, анализа террористических сетей, в задачах продовольственной безопасности и анализа денежных трансферах между странами. Предложенные индексы могут использоваться в широком круге проблем, связанных с взаимодействием стран, организаций, групп, и т.д.



В области анализа библиометрии они использовались, для:

- анализа влияния экономических журналов;
- выявление перспективных тематик исследования на основе анализа библиометрических показателей публикаций в области исследований болезни Паркинсона;
- анализа значимости публикаций по бизнесу и менеджменту;
- сетевой анализ международных конфликтов;
- сетевой анализ террористических групп;
- сетевой анализ студенческих обменов;
- анализ международной миграции;
- сетевой анализ экспорта/импорта продовольствия, нефти.

Особую значимость такие работы имеют в настоящее время в условиях санкционных ограничений.

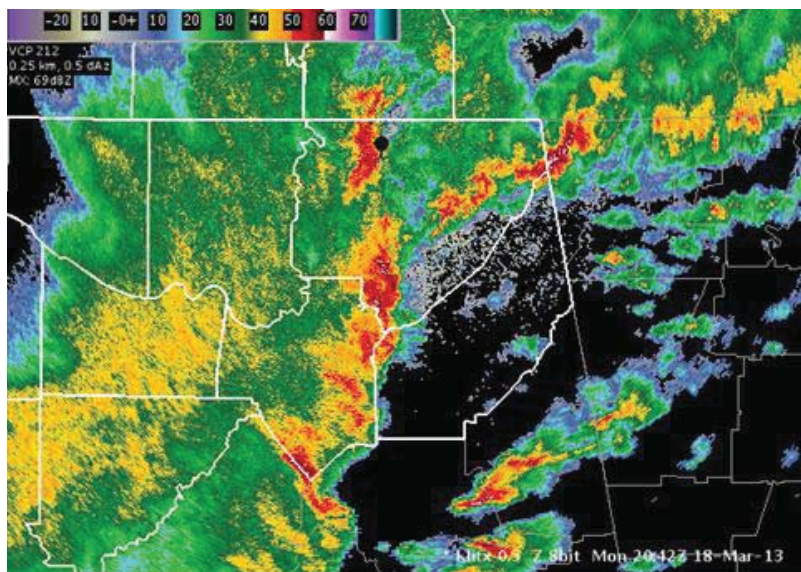
Совсем недавно новые методы анализа в сети были применены для сценарного анализа продовольственной безопасности, поставок нефти и редкоземельных элементов. Полученные результаты рассматривались в сценариях развития, вместо страновых поставок продовольствия в Пакистан, который претерпел в 2022 году сильнейшие наводнения, и в котором потребление зерновых упало два раза ниже уровня, рекомендованного международными организациями. Аналогично, рассматривались сценарии снижения поставок редкоземельных элементов из Китая в европейские страны и замещение этих поставок производством таких элементов в Швеции.

Контакты: лаборатория «Теории выбора и анализа решений
им. М.А. Айзермана»
(зав. лаб. – д.т.н. Д.А. Губанов).

4.3. МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТОРНАДО

В 80-е годы в лаборатории № 25 Института были выполнены работы по суперпозициям функций выбора. Оказалось, что применение этих моделей в задаче обработки огромных объемов данных по ежедневным закупкам товаров в сети магазинов в одной из стран Европы позволяет сократить поиск во много раз по сравнению с классическими алгоритмами. Например, на наборе одних и тех же данных классические алгоритмы поиска работали не менее двух с половиной часов, а использование новых методов сокращало время поиска до 10–15 минут.

Аналогично, использование методов суперпозиции в задаче прогнозирования торнадо по 83 параметрам позволило улучшить точность предсказания сразу на 4%, что считается значительным достижением в этой области.



Места зарождения торнадо

Разработанный метод также применялся для анализа текстовых документов базы данных Microsoft и показал значительно более высокие результаты по сравнению с классическими методами, применяемыми при решении таких задач.

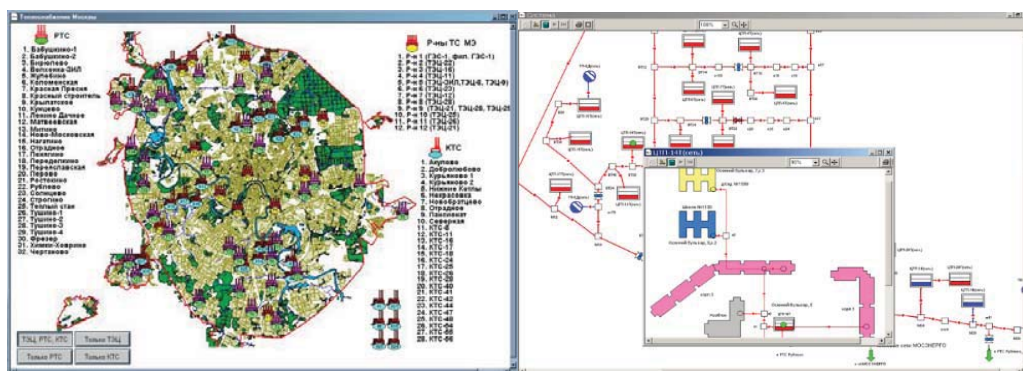
Метод защищен патентами РФ и США. Метод многократно применялся для анализа больших данных в различных прикладных задачах, как, например, для предсказания торнадо, предсказания поведения клиентов в торговых сетях.

Контакты: лаборатория «Теории выбора и анализа решений
им. М.А. Айзермана»
(зав. лаб. – д.т.н. Д.А. Губанов).

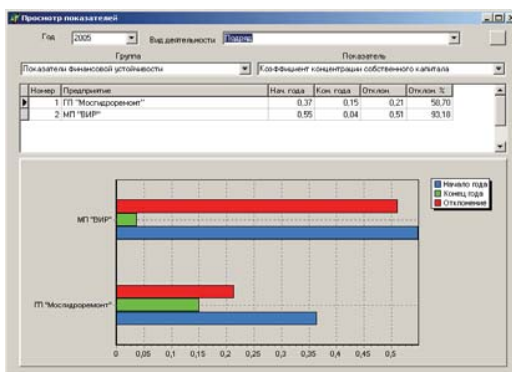
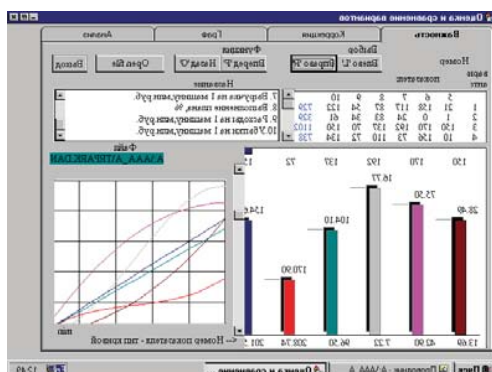
4.4. ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЕМ ГОРОДА

«Автоматизированная информационная система учета объектов городского хозяйства для решения задач управления» позволяет отраслевому органу управления получить необходимую информацию об эффективности, безопасности, надежности функционирования инженерной инфраструктуры, сформировать направления ее развития.

«Автоматизированная информационная система контроля балансов в теплоснабжении города» предназначена для обработки данных о производстве, передаче и использовании тепловой энергии на объектах теплоснабжения города Москвы, необходимых для анализа эффективности системы теплоснабжения и выработки мероприятий по ее улучшению.



Карта объектов теплоснабжения города Москвы и фрагмент соединения тепловых сетей с домами



Оценка состояния объектов комплекса городского хозяйства и показатели устойчивости

«Автоматизированная информационная система управления и контроля состояния отраслей городского хозяйства Москвы» предназначена для информационной поддержки принятия решений аппаратом Руководителя комплекса городского хозяйства при анализе состояния и определении технической и экономической политики развития города.

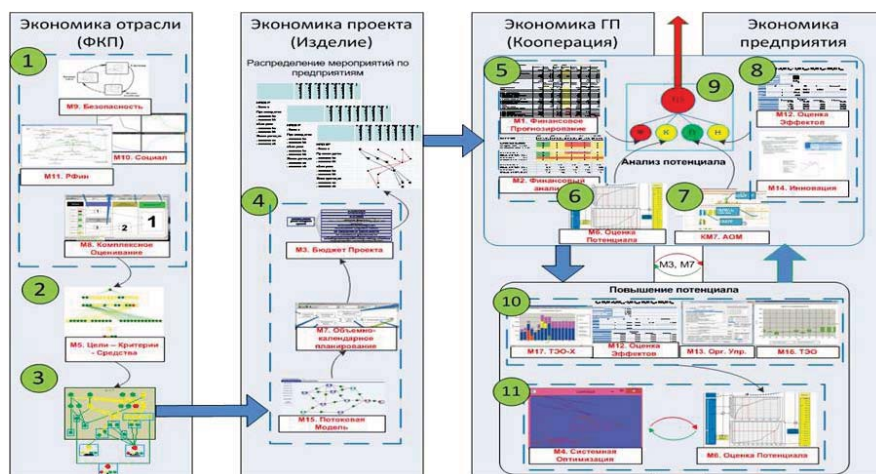
«Автоматизированная информационная система координации оптимального распределения и освоения во времени бюджетных средств на развитие и реконструкцию инфраструктуры комплекса городского хозяйства» предназначена для поддержки деятельности отдела инвестиций Управления городского заказа Правительства Москвы.

Внедрение: Правительство г. Москвы.

Контакты: лаборатория «Инфраструктурных систем»
(зав. лаб. – к.т.н. А.А. Рощин).

4.5. КОМПЛЕКС МЕХАНИЗМОВ ОТРАСЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ, ВКЛЮЧАЯ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ И ПРОГРАММАМИ

Концептуальная разработка для обеспечения повышения эффективности системы управления финансово-экономической, производственной, научной и инновационной деятельностью отрасли на основе расчетно-аналитической управляющей автоматизированной системы, интегрирующей информацию о производственной, научно-технической и финансово-экономической деятельности предприятий и отрасли в целом и позволяющей осуществлять анализ, прогноз и выработку предложений по эффективному стратегическому и оперативному управлению ими на базе комплекса экономико-математических моделей.



В состав комплекса экономико-математических моделей входят, в том числе, алгоритмы планирования, мониторинга реализации и оперативного управления программами и проектами развития и управления функционированием и развитием предприятий и организаций отрасли.

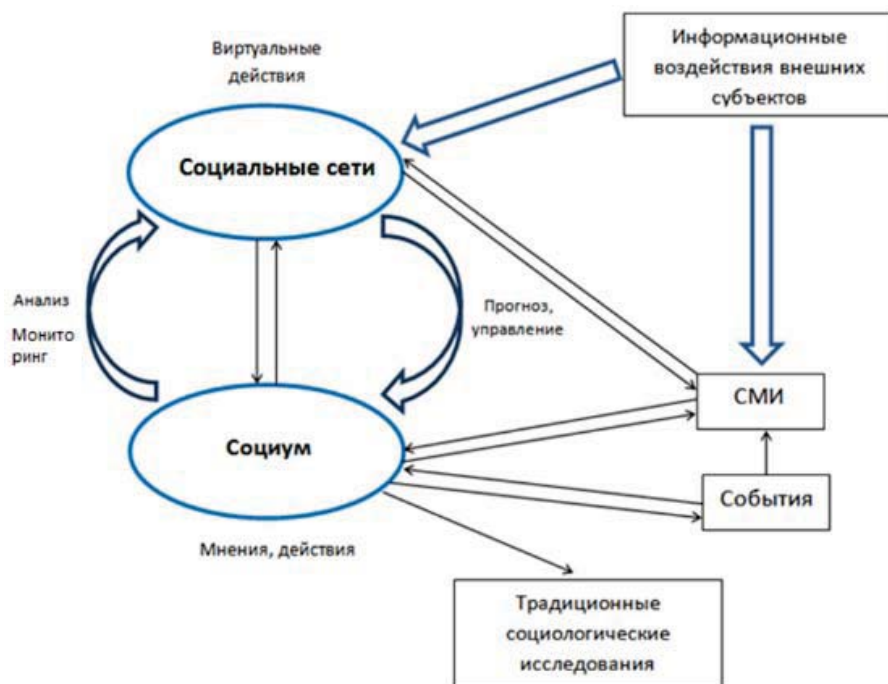
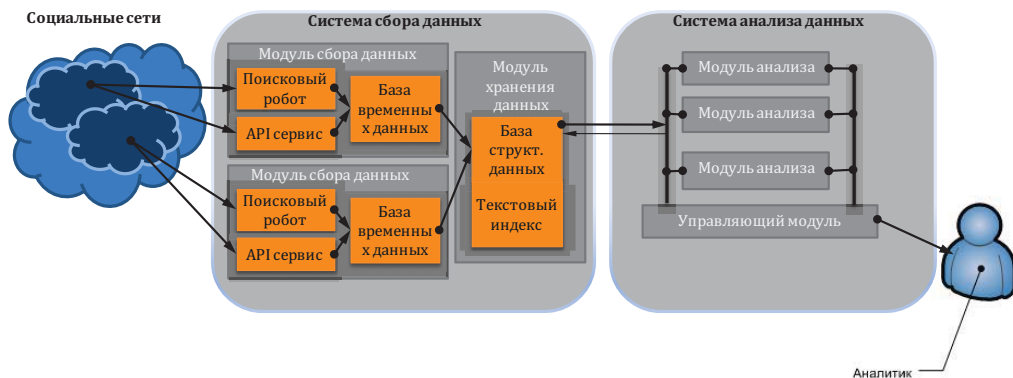
Реализованные прототипы отдельных функциональных блоков системы продемонстрировали целесообразность и актуальность предлагаемого специалистами Института подхода. В частности, с помощью предлагаемого инструментария был выявлен целый ряд узких мест на уровне стратегического планирования при формировании федеральной космической программы с учетом финансового состояния ключевых предприятий отрасли.

Внедрение: концепция системы и ее отдельные модули были реализованы в рамках работ по заказу ФГУП «Организация «Агат» (Роскосмос).

Контакты: лаборатория «Активных систем»
(зав. лаб. – д.ф.-м.н. А.Г. Чхартишвили).

4.6. СИСТЕМА АНАЛИЗА ОНЛАЙНОВЫХ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Система анализа онлайн-социальных сетей предназначена для информационно-аналитической поддержки пассивной и активной работы с онлайн-социальными сетями, основными задачами которой являются мониторинг данных и анализ социальных сетей (для достижения понимания происходящих в социальных сетях процессов), прогнозирование и управление (для приведения социальной сети в требуемое состояние).



Для выполнения этих задач в системе предоставляются следующие возможности:

- сбор данных из онлайн-социальных сетей, мониторинг развития существующих и появления обсуждаемых тем;
- определение характера обсуждений;
- выявление активных групп и сообществ;
- определение групп согласованно действующих пользователей;
- определение инициаторов обсуждений;
- оценка влиятельности пользователей, участвующих в обсуждениях;
- оценка естественности обсуждений темы;
- прогнозирование роста популярности тем.

Также в части планирования информационного управления и противоборства возможны:

- рекомендации по формированию общественного мнения;
- создание виртуальных пользователей социальных сетей;
- поддержка и поднятие рейтинга виртуальных пользователей в заданных социальных группах и др.

Внедрение: система и ее отдельные модули использовались для выполнения исследований в интересах Администрации Президента РФ, коммерческих организаций (АО «Мосинжпроект», Urban Group, «Поиск-IT» и др.), СМИ (журнал «Эксперт», «Московские новости» и др.) и силовых структур.

Контакты: лаборатория «Активных систем»
(зав. лаб. — д.ф.-м.н. А.Г. Чхартисвили);
лаборатория «Сетевых моделей в нейроинформатике
и многоагентных системах»
(зав. лаб. — д.ф.-м.н. Л.Ю. Жилякова).

4.7. КОМПЛЕКС МОДЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ СТРАТЕГИЧЕСКИМ РАЗВИТИЕМ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Комплекс моделей (КМ) управления стратегическим развитием крупномасштабной транспортной инфраструктуры (ТИ) включает функциональные комплексы моделей (ФКМ), позволяющие моделировать и поддерживать практические процессы: управления стратегическим развитием ТИ социально-экономических систем; отбора и экспертизы крупномасштабных проектов развития ТИ; адаптивного управления и безопасности ТИ и др. Использование этих функциональных комплексов повысило обоснованность практических решений, эффективность и безопасность ТИ России. Комплекс моделей лежит в основе концепции мультимодальной интеллектуальной транспортной системы.



Социальный эффект внедрения выражается в повышении связности территории России и доступности транспортных услуг для населения, а также экологической и техносферной безопасности Сибири, Дальнего Востока и Российской Арктики.

Разработка и использование Комплекса для поддержки управления стратегическим развитием ТИ Сибири, Дальнего Востока и Российской Арктики были отмечены премией Правительства РФ за 2022 г. в области науки и техники.

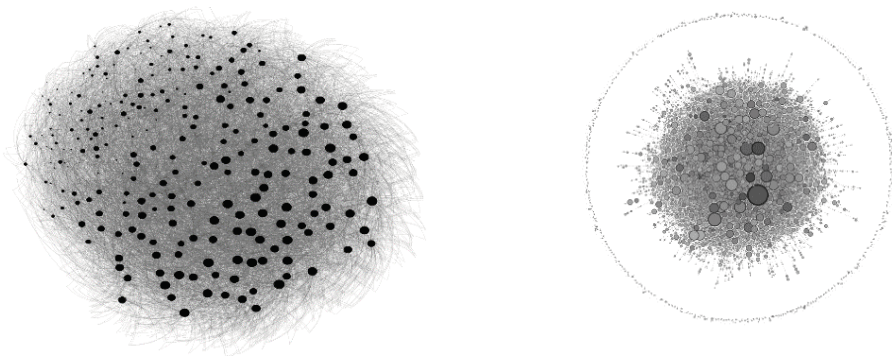


Внедрение: комплекс использовался для:
 анализа, сценарного моделирования и стратегического управления развитием ТИ Сибири, Дальнего Востока и Российской Арктики, а также ТИ ОАО «РЖД»;
 при разработке и производстве во ФГУП ЭЗАН телекоммуникационного оборудования, систем управления и связи для ТИ Сибири, Дальнего Востока и Российской Арктики.

Контакты: лаборатория «Активных систем»
 (зав. лаб. – д.ф.-м.н. А.Г. Чхартишвили).

4.8. МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ, ПРОГНОЗА И ОЦЕНИВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ СЛУЧАЙНЫХ СЕТЕЙ

Разработаны новые методы моделирования, прогноза и оценивания экстремальных характеристик случайных графов, эволюционирующих во времени и описывающих структуру сложных сетей. Случайными величинами в этих графах являются число входящих и выходящих связей узла и число узлов. Эволюция графа осуществляется присоединением новых узлов и ребер к уже существующим. Актуальность проблемы определяется тем, что эволюция сети возникает во многих приложениях таких, как Интернет, транспортные сети, сети цитирования между научными статьями, распространение инфекций в популяциях и многих других. С эволюцией меняются экстремальные характеристики мер влиятельности узлов: их хвостовой и экстремальный индексы. Хвостовой индекс показывает тяжесть хвоста распределения. Экстремальный индекс характеризует степень локальной зависимости (кластерности), а его обратная величина аппроксимирует средний размер кластера превышения уровня. Под кластером в теории экстремальных величин может пониматься блок данных с хотя бы одним превышением уровня. В качестве мер влиятельности узла обычно используют Пейджранг и число связей, входящих в узел. В работе к этим мерам добавлена Макс-линейная модель, получающаяся заменой сумм на максимумы в определении Пейджранга, данным Гугл.



Примеры эволюции сети кластерным (слева) и предпочтительным присоединением с равномерным удалением узлов (справа), число связей пропорционально размеру узлов, более темный цвет показывает более «старый» узел

В качестве моделей для эволюции сети используются предпочтительное и кластерное присоединения. Предпочтительное присоединение позволяет моделировать и учитывать тяжелые хвосты распределений мер влиятельности узлов в таких сложных и масштабных сетях как Интернет. Кластерное присоединение моделирует геолокальные сети, например, транспортные и социальные сети, где

новые узлы присоединяются не к наиболее влиятельным узлам, а к тесно связанным сообществам, и ведет к распределениям с легкими хвостами для мер влиятельности узлов. Разработанные методы учитывают возможность удаления из сети каких-то узлов и связей. На каждом шаге эволюции изменяется разбиение на сообщества, требующее быстрых и оптимальных алгоритмов ввиду больших размеров реальных графов.

Разработанные методы имеют прикладное значение при

- классификации новых, вновь присоединенных узлов, по экстремальным признакам;
- передаче информации узлам сети и выявление лидирующих узлов и сообществ для этой цели;
- оценке изменения кластерной структуры сообществ сети;
- прогноз экстремальных свойств новых сообществ узлов, присоединяющихся к сети предпочтительным присоединением, на основе экстремальных свойств начальной сети, используемой как точка роста.

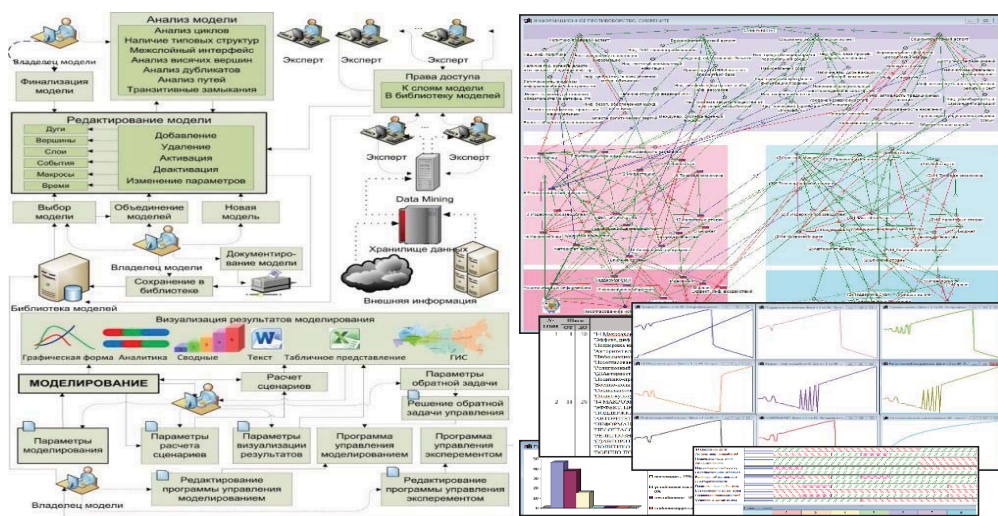
Контакты: лаборатория «Управления по неполным данным»
(зав. лаб. — д.т.н., член-корреспондент РАН А.А. Галяев).

5. СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1. ПРОГРАММНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС СЦЕНАРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ «ПОЛЮС»

Программно-аналитический комплекс сценарного анализа, целеполагания, и прогнозирования (ПАК «Полюс») может использоваться как самостоятельно, так и в качестве сценарного/прогнозного компонента в системах ситуационных центров, поддержки принятия решений, а также на начальных этапах планирования мероприятий.

ПАК «Полюс» реализует функции сценарной поддержки реализации этапов модели жизненного цикла планирования и управления сложными социально-экономическими и политическими системами и обеспечивает возможность проверки поставленных целей на корректность, идентификацию уязвимостей и угроз реализации целей, выделение или создание возможностей управления, а также возможность упреждающего или прогнозного мониторинга, что позволяет перейти от пассивного учета уже свершившихся событий к упреждающему управлению. Структура ПАК «Полюс» приведена на рисунке.



**Структура программно-аналитического комплекса
и пример его использования**

Сценарий поведения системы – модель изменения обстановки, связанной с возникновением и развитием той или иной ситуации и определяемой в дискретном временном пространстве с заданным временным шагом.

Разработаны и программно реализованы методы моделирования, которые позволяют формировать множество альтернативных управленческих решений и генерировать сценарии развития обстановки или поведения сложного объекта в оперативном, тактическом и стратегическом плане.

Входной информацией при построении и исследовании модели является структура анализируемой системы, т.е. совокупность анализируемых объектов, их характеристик и причинно-следственные связи между ними, имеющиеся количественные данные и экспертные оценки. Кроме того, входной информацией служат данные мониторинга. Выходными результатами являются сценарии поведения сложной системы или развития обстановки, т.е. последовательность значимых событий и изменений их характеристик во времени, а также оценка этих сценариев с точки зрения достижения целей управления.

Разработанные методы и программно-аналитический комплекс обеспечивают решение следующих основных задач:

- импорт и объединение в единую модель объекта управления или обстановки собранных данных мониторинга и экспертных знаний;
- анализ структуры модели, выявление уязвимостей и угроз, которые могут привести к невыполнению цели управления или нежелательному развитию ситуации;
- оценка сложившейся обстановки, а также выработка краткосрочных и долгосрочных сценариев ее развития при различных условиях;
- автоматическая генерация, представление и оценка альтернативных сценариев поведения управляемого объекта или обстановки в соответствии с различными вариантами управленческих решений;
- оценка эффективности управленческих воздействий, их последствий и выбор наиболее эффективных решений;
- решение обратной задачи управления, которая заключается в автоматическом расчете направлений управленческих воздействий при заданных ограничениях на множество факторов управления, а также на поведение выбранных ключевых факторов;
- отображение результатов сценарного моделирования, используя графическое, текстовое и табличное представление, а также нанесение специальной информации на электронные карты геоинформационных систем;
- изменение состояния факторов и взаимосвязей имитационных моделей, в том числе и автоматически, с использованием механизма смены обстановки, активируемого данными мониторинга.

Апробация предлагаемого подхода проведена при выполнении следующих основных работ:

- управление развитием сложных социально-экономических систем;
- анализ международной и военно-политической обстановки;
- исследование вопросов глобальной безопасности;
- управление в условиях комплексного информационного противоборства;
- исследование проблем социальной стабильности;
- исследование проблем ядерного разоружения;

- исследование региональных проблем, в частности управление геополитическим противоборством в арктической зоне РФ;
- анализ сценариев использования транспортной системы, например, Северного морского пути и железнодорожного транспорта;
- исследование проблем обеспечения техногенной безопасности и управление в условиях чрезвычайных ситуаций;
- исследование проблем социальной безопасности, а также безопасности объектов различного класса (метро, здание, предприятие и т.д.).

ПАК «Полус» предназначен для использования лицами, принимающими решения, экспертами и аналитиками на этапах целеполагания, планирования и управления.

Внедрение: Министерство экономического развития РФ;
Министерство обороны РФ;
Совет Безопасности РФ;
Военная Академия Генерального штаба ВС РФ.

Контакты: лаборатория «Сценарного управления»
(зав. лаб. – к.т.н. И.В. Чернов).

5.2. ПРОГРАММНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС OMOLE: СЕРВИС И ОТКРЫТЫЙ ПОРТАЛ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Основное назначение:

1. Сервис для моделирования проблем безопасности, основанный на расширенной дискреционной модели передачи прав доступа.

2. Обучающий портал для специалистов, занимающихся обеспечением безопасности сложных систем управления.

Комплекс позволяет достичь цели повышения кибербезопасности и киберзащищенности сложных информационно-управляющих систем, в частности критически важных объектов, посредством выбора и обоснования структуры, параметров, функциональности и мер защиты системы управления для гарантии обеспечения заданных характеристик кибербезопасности.

Комплекс реализован в виде защищенного виртуализированного облачного WWW-сервиса (<https://omole.ws/>), позволяющей создавать и редактировать формальную модель архитектуры безопасности системы с учетом типовых политик безопасности.

Сервис обеспечивает:

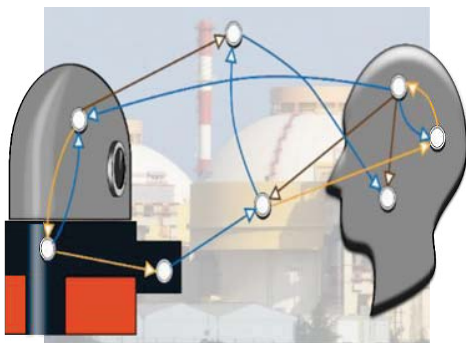
1. Выявление скрытых каналов передачи информации в обход реализованных мер защиты информации.
2. Формальное разбиение системы на сегменты (зоны и уровни) и проверку корректности назначения зон и уровней для компонентов системы.
3. Анализ потенциального воздействия планируемых изменений в системе или в системе защиты на кибербезопасность.
4. Синтез архитектуры безопасности системы.

Основные сценарии применения:

- формальное описание проблемы безопасности в системе, что позволяет делать выводы о том каким образом права доступа и информация распространяется между элементами системы в рамках ограничений, накладываемых политикой безопасности;
- описание системной архитектуры, декомпозиция системы на уровни и зоны;
- оценка уязвимости системы;
- обоснование и назначение возможных средств защиты;
- обоснование критических задач безопасности в системе;
- анализ и разработка политики безопасности.

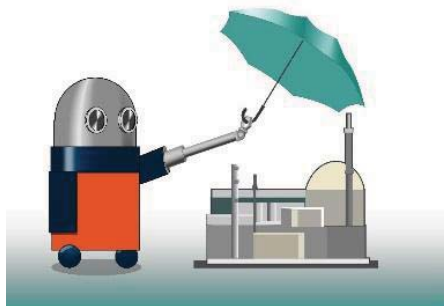
Внедрение: сервис применяется при проектировании архитектуры кибербезопасности АСУ ТП АЭС «Куданкулам» блоки № 3, 4 (Республика Индия).

Контакты: лаборатория «Распределенных информационных, аналитических и управляющих систем имени И.В. Прангишвили»
(зав. лаб. – д.т.н. А.Г. Полетыкин).



5.3. ПОДСИСТЕМА ЗАЩИТЫ ОТ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ДОСТУПА СИСТЕМЫ ВЕРХНЕБЛОЧНОГО УРОВНЯ АЭС

Впервые в отечественной практике спроектирована и реализована в составе СВБУ АЭС «Бушер-1» комплексная система защиты АСУ ТП АЭС от несанкционированного доступа (ЗНСД) (система кибербезопасности). Ее уровень соответствует не только принятым, но и перспективным стандартам МЭК, МАГАТЭ в области обеспечения кибербезопасности АСУ ТП АЭС и соответствует классу 1Д защиты.



Защита информации осуществляется как с использованием программно-технических средств, так и с использованием организационных мер реализующих контроль и управление доступом к АСУ ТП АЭС.

В системе ЗНСД АСУ ТП АЭС реализованы:

- идентификация, проверка подлинности и контроль доступа субъектов в систему;
- регистрация и учет входа (выхода) субъектов доступа в (из) систему;
- учет носителей информации;
- обеспечение целостности программных средств и обрабатываемой информации;
- физическая охрана устройств и носителей информации;
- периодическое тестирование функций системы защиты от несанкционированного доступа;
- восстановление ЗНСД и контроля работоспособности.

Внедрение: система и технические решения по ЗНСД АСУ ТП внедрены и эксплуатируется на действующих АЭС «Бушер-1» (Исламская республика Иран) и АЭС «Куданкулам», блоки № 1-2 (Республика Индия).

Контакты: лаборатория «Распределенных информационных, аналитических и управляющих систем имени И.В. Прангишвили» (зав. лаб. – д.т.н. А.Г. Полетыкин).

5.4. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТ РАСЧЕТА РИСКОВ ОТ КИБЕРАТАК – КАЛЬКИБЕР

Необходимость защиты АСУ ТП от киберугроз декларируется во многих нормативных документах, принятых в России и за рубежом. В РФ рабочим документом является Приказ ФСТЭК 31, в котором приводятся правила оценки рисков исходя из возможной тяжести ущерба, а для их парирования предлагается дифференцированный комплекс мер. Для исполнения приказа необходимо уметь решать две основные задачи:

1. Определять возможный ущерб от кибератаки на АСУ ТП для каждого из его компонентов;
2. Применять меры по защите в соответствии с присвоенном компоненту уровнем информационной безопасности.

Для решения первой задачи предлагается использовать подход, основанный на понятиях штатных и скрытых функций, которые были введены в теории киберустойчивости.

Приказ ФСТЭК 31 не носит обязательного характера. Это объяснимо, поскольку применение мер защиты для существующих систем может быть невозможным. В этом случае необходимо производить анализ угроз и оценку рисков индивидуально, учитывая источники угроз, уязвимости и возможные виды и тяжесть ущербов от кибератак. Для этих целей был разработан программный комплекс «Аналитический инструмент расчета рисков от кибератак CSAT – КАЛЬКИБЕР», который базируется на методике оценки и управления рисками, основанной на анализе физических, информационных и иных барьеров.

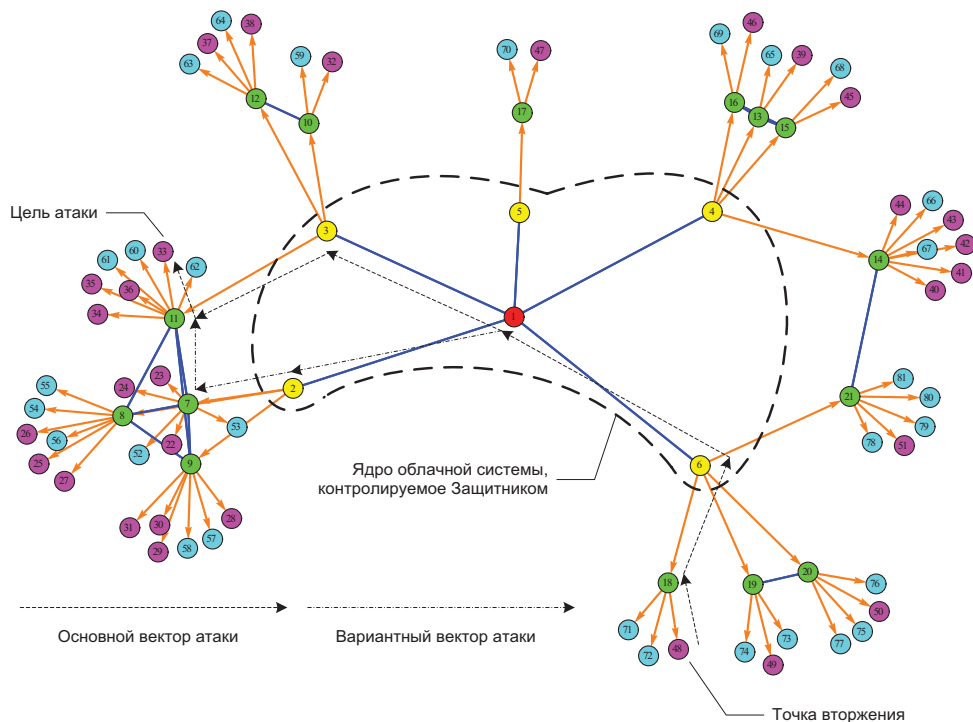
Программный комплекс CSAT – КАЛЬКИБЕР применим на этапах проектирования, пуско-наладочных работ и эксплуатации.

Программный комплекс CSAT – КАЛЬКИБЕР функционирует на технических средствах, на которых установлена операционная система MS Windows 7 (x64) и выше.

Контакты: лаборатория «Распределенных информационных, аналитических и управляющих систем имени И.В. Прангишвили»
(зав. лаб. – д.т.н. А.Г. Полетыкин).

5.5. ПРОТОТИП СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ЗАЩИЩЕННОСТИ ОБЪЕКТА С ОБЛАЧНОЙ ИНФРАСТРУКТУРОЙ

Система предназначена для моделирования инфраструктуры организации, построенной на основе облачных технологий. Она позволяет осуществлять имитационные эксперименты развития информационных угроз, включающих модель Защитника, модель Нарушителя, описание сценария атаки.



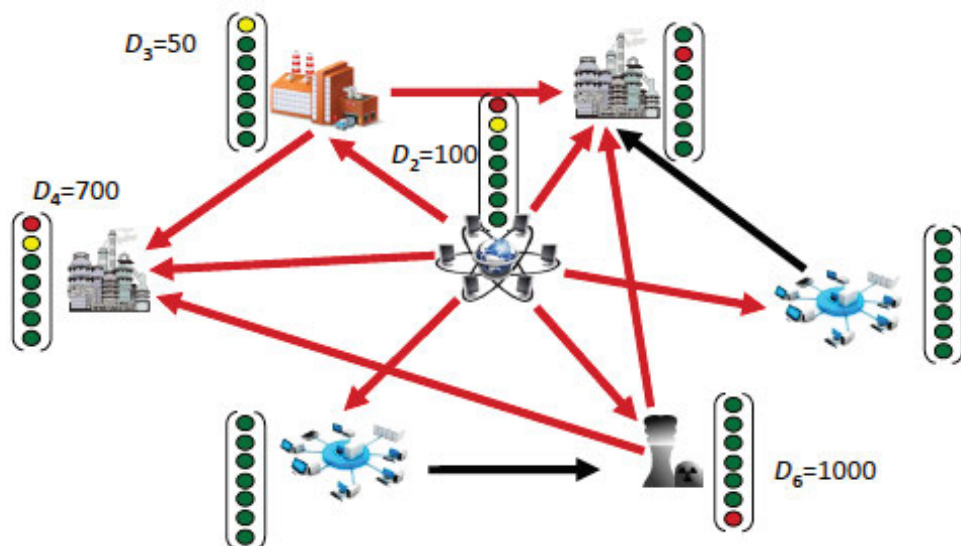
При помощи системы можно анализировать как структурные свойства объекта, так и динамические процессы атаки и защиты. Система позволяет:

- создавать модель объекта для исследования уровня его защищенности;
- создавать сценарий атаки на объект и проводить его однократное либо многократное имитационное моделирование;
- проводить параметрический анализ влияния отдельных свойств объекта на уровень защищенности;
- просматривать результаты моделирования в виде таблиц и графиков.

Контакты: лаборатория «Безопасности сложных систем»
(зав. лаб. – д.т.н. А.О. Калашников);
лаборатория «Активных систем»
(зав. лаб. – д.ф.-м.н. А.Г. Чхартишвили).

5.6. ПРОТОТИП СИСТЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ИНФРАСТРУКТУР С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ОБЪЕКТОВ ДРУГ НА ДРУГА

Система предназначена для моделирования и прогнозирования последствий компьютерных атак на инфраструктуру организации, состоящей из разнотипных влияющих друг на друга защищаемых объектов. Комплексная оценка уровня защищенности инфраструктуры, учитывающая влияние различных параметров, позволяет оптимизировать усилия по обеспечению ее безопасности.



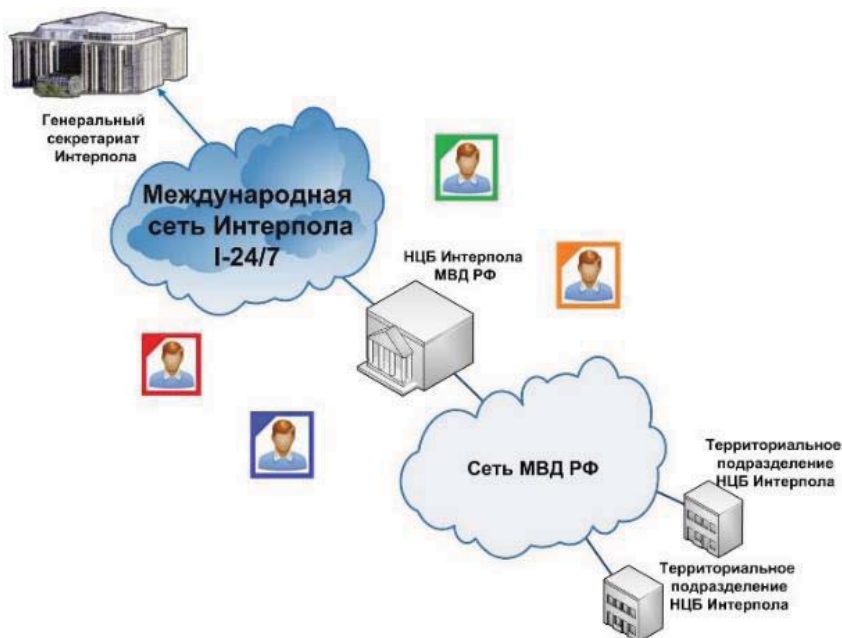
При помощи системы можно проводить имитационные эксперименты, которые позволяют оценить уровень защищенности инфраструктуры в зависимости от уровня защищенности отдельных объектов:

- исследование взаимных влияний объектов инфраструктуры;
- вводить данные о составе инфраструктуры как с привязкой к низкоуровневым моделям отдельных объектов, так и без нее;
- вводить данные о взаимном влиянии объектов;
- создавать сценарии компьютерной атаки на инфраструктуру;
- проводить прогнозирование изменения уровня защищенности объектов при заданных начальных условиях;
- рассчитывать комплексную оценку уровня защищенности инфраструктуры;
- просматривать результаты моделирования в виде таблиц и графиков.

Контакты: лаборатория «Безопасности сложных систем»
(зав. лаб. – д.т.н. А.О. Калашников);
лаборатория «Активных систем»
(зав. лаб. – д.ф.-м.н. А.Г. Чхартишвили).

5.7. СИСТЕМА ОБЪЯВЛЕНИЯ В МЕЖДУНАРОДНЫЙ РОЗЫСК ФИЗИЧЕСКИХ ЛИЦ ПО ЛИНИИ ИНТЕРПОЛА

Система объявления в международный розыск физических лиц (МР) предназначена для передачи запросов о розыске или индентификации физических лиц из Национального Бюро Интерпола (НЦБ) в России или его территориальных (региональных) подразделений в Генеральный Секретариат (ГС) Интерпола с использованием ведомственной сети МВД РФ и международной сети Интерпола I-24/7.



Система МР обеспечивает автоматизированное формирование и отправку в ГС запросов, имеющих целью:

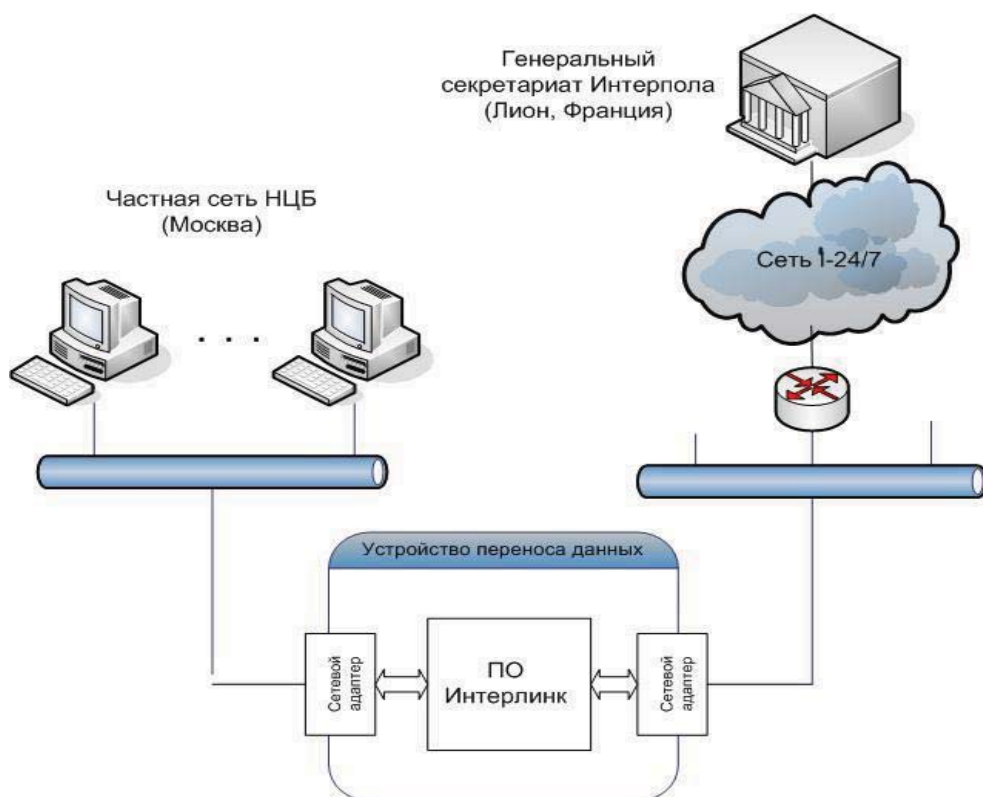
- поиск, арест и экстрадицию физического лица (т.н. «красное уведомление» Интерпола),
- передачу информации о физическом лице в интересах расследования уголовных дел (т.н. «синее уведомление» Интерпола),
- предупреждение о преступной деятельности лица (т.н. «зеленое уведомление» Интерпола),
- поиск пропавшего без вести физического лица (т.н. «желтое уведомление» Интерпола).

Внедрение: система МР внедрена и работает в НЦБ Интерпола МВД РФ.

Контакты: лаборатория «Безопасности сложных систем»
(зав. лаб. – д.т.н. А.О. Калашников).

5.8. СРЕДСТВО ПЕРЕНОСА ДАННЫХ МЕЖДУ СЕТЯМИ «ИНТЕРЛИНК»

Программное обеспечение средства переноса данных между сетями «Интерлинк» (ПО СПД «Интерлинк») предназначено для выполнения защищенного информационного обмена между двумя изолированными сетями. ПО СПД «Интерлинк» обеспечивает контролируемый обмен данными между Национальным центральным бюро (НЦБ) Интерпола МВД России и Генеральным секретариатом (ГС) Интерпола, а также НЦБ зарубежных стран посредством использования международной сети Интерпола I-24/7 на основе технологии Web-сервисов и сетевого протокола HTTP/SOAP.



ПО СПД «Интерлинк» решает задачу доступа к международным информационным ресурсам Интерпола из частной сети НЦБ Интерпола МВД России, а также задачу блокировки доступа к информационным ресурсам МВД РФ из международной сети Интерпола. Оно устанавливается на устройство переноса данных – выделенный компьютер, использующий операционную среду «Астра-

Линукс» и одновременно подключенный к частной сети НЦБ Интерпола и к международной сети I-24/7.

По логике работы и архитектуре ПО СПД «Интерлинк» представляет собой специализированный прокси-сервер, выполняющий функции посредника между клиентскими программами, функционирующими в частной сети НЦБ Интерпола, и серверными программами, функционирующими в сети I-24/7. При этом ПО СПД «Интерлинк» поддерживает исключительно HTTP/SOAP-взаимодействия между указанными программами. Другими словами, оно обеспечивает следующие возможности:

- передачу HTTP/SOAP-запросов от клиентских программ, функционирующих в частной сети НЦБ Интерпола, к серверным программам, функционирующим в сети I-24/7;
- передачу HTTP/SOAP-ответов от серверных программ, функционирующих в сети I-24/7, к клиентским программам, функционирующим в частной сети НЦБ Интерпола;
- блокировку HTTP-запросов в том случае, если тело запроса не является XML-документом (т.е. обслуживаются только HTTP/SOAP-запросы);
- блокировку HTTP-ответов в том случае, если тело ответа не является XML-документом (т.е. обслуживаются только HTTP/SOAP-ответы);
- блокировку запросов от программ, функционирующих в сети I-24/7, к серверным программам, функционирующим в частной сети НЦБ Интерпола;
- фильтрацию запросов по IP-адресу клиента в частной сети НЦБ Интерпола;
- фильтрацию запросов по URL информационного ресурса в сети I-24/7.

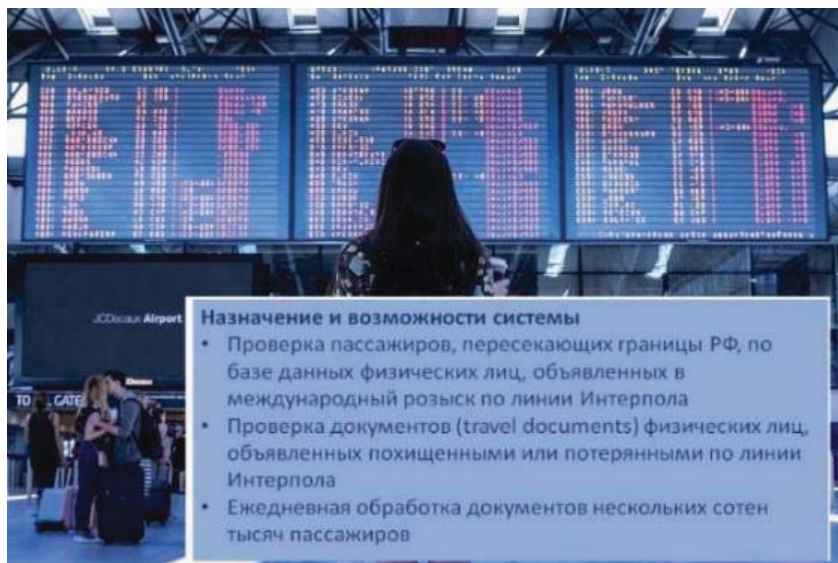
На СПД «Интерлинк» получен сертификат соответствия ФСТЭК № 3150 от 27 мая 2014 года.

Внедрение: СПД «Интерлинк» используется с 2014 года в МВД РФ для безопасного доступа к информационным ресурсам Генерального секретариата Интерпола.

Контакты: лаборатория «Безопасности сложных систем»
(зав. лаб. — д.т.н. А.О. Калашников).

5.9. ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПРОВЕРКИ ТРАНСГРАНИЧНОГО ПАССАЖИРОПОТОКА

Система проверки трансграничного пассажиропотока (СПТП) обеспечивает оперативную проверку пассажиров и их документов с использованием двух международных информационных ресурсов: базы данных физических лиц, объявленных в международный розыск по линии Интерпола, и базы данных документов физических лиц, объявленных похищенными или утерянными по линии Интерпола.



Обработка данных в СПТП включает следующие операции:

- формирование первичных списков зарегистрированных пассажиров с указанием основных реквизитов и номеров проездных документов, удостоверяющих личность (travel documents);
- формирование отдельных пакетных запросов в Генеральный секретариат Интерпола на проверку физических лиц и на проверку их документов по линии Интерпола на основе каждого первичного списка зарегистрированных пассажиров;
- получение результатов пакетных запросов по физическим лицам и по их документам из Генерального секретариата Интерпола, формирование единого результата проверки для каждого первичного списка зарегистрированных пассажиров для передачи его транспортным подразделениям МВД России.

Внедрение: система внедрена и используется в МВД РФ.

Контакты: лаборатория «Безопасности сложных систем»
(зав. лаб. – д.т.н. А.О. Калашников).

5.10. ОЦЕНКА УЯЗВИМОСТИ СЕТЕВЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ ИНФРАСТРУКТУР

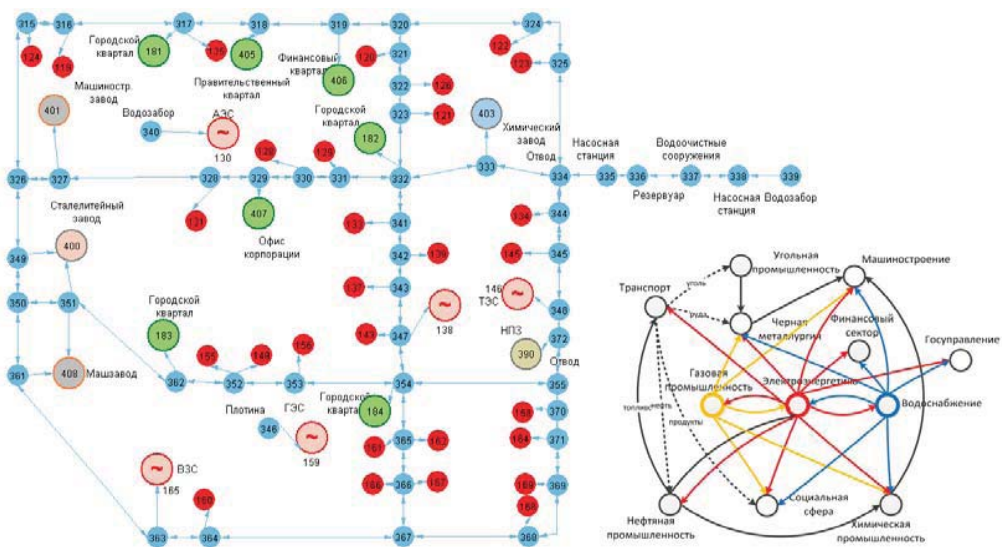
Проведены исследования и выполнена разработка моделей, методов и алгоритмов анализа уязвимостей и повышения безопасности взаимосвязанных сетевых систем энергетического, топливного, производственного, транспортного назначения с учетом прогнозируемого ущерба.

В процессе исследования были разработаны следующие методы: оценки потерь на межсекторальном уровне с использованием модели В. Леонтьева, предотвращения «развала» сети на несвязные компоненты, комбинаторного поиска с использованием специальной разметки, распространения деструктивных воздействий в сетях и др.

Разработана система классификации для решения задач поиска уязвимостей, которая включает сектора экономики, объекты этих секторов, характеристики объектов и др.

Разработана система показателей для многокритериального выбора решений и процедуры выбора лучшего решения.

Разработан сценарий поиска уязвимостей сетевой инфраструктуры, включающий последовательность операций: выбор решаемой задачи, выбор алгоритма решения (который напрямую зависит от количества объектов в задаче – для большого числа объектов за приемлемое время можно получить решение только с помощью приближенных алгоритмов), проведение расчета, выбор наилучшего решения с помощью системы поддержки принятия решения (СППР) и визуализация результатов решения.



Сценарий реализован в виде программного макета автоматизированной СППР. Макет включает следующие основные модули: подготовки графоаналитической модели; расчетные; предварительного отбора полученных решений (предобработки); поддержки принятия решений; визуализации результатов решения.

Расчетные модули позволяют решать следующие основные задачи: выделение исследуемых секторов экономики и объектов этих секторов; поиск уязвимостей и расчета ущерба в ресурсных и транспортных сетях.

Для подготовки исходных данных и визуализации результатов решения задач используется программный комплекс РДС, разработанный в ИПУ РАН.

Контакты: лаборатория «Инфраструктурных систем»

(зав. лаб. – к.т.н. А.А. Рощин);

лаборатория «Надежности, диагностики и отказоустойчивости»

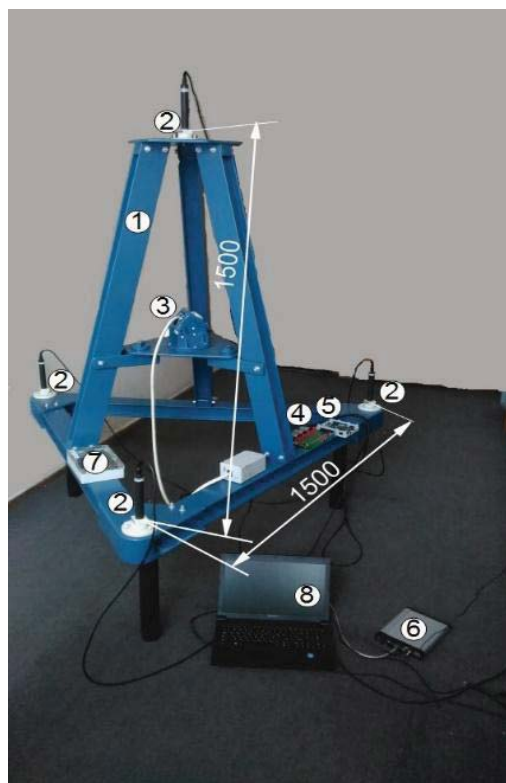
(зав. лаб. – д.т.н. Л.Ю. Филимонюк).

6. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И НАВИГАЦИЯ

6.1. МАГНИТОГРАДИЕНТНАЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Прототип магнитоградиентной системы предназначен для оценки работоспособности алгоритмов формирования управляющей информации на основе данных, получаемых при измерениях параметров градиента магнитного поля в рамках решения задач обнаружения магнитных объектов, их пеленгации, а также для коррекции инерциальных систем по магнитному полю.

Прототип включает в себя:



**Прототип
магнитоградиентной системы**

1. Крепления и юстировки магниточувствительных датчиков;
2. Феррозондовые векторные датчики магнитного поля;
3. Скалярный квантовый датчик;
4. Блок формирования сигналов векторных датчиков;
5. Интерфейсный блок формирования данных измерений сигналов векторных магнитометрических датчиков и управляющих токов контрольных диполей;
6. Интерфейсный блок формирования данных измерений скалярного магнитометрического датчика;
7. Блок подсистемы ориентации;
8. Вычислительную подсистему.

Макет реализован по разностной схеме, в которой компоненты градиента магнитного поля вычисляются как разности соответствующих компонент вектора магнитного поля, отнесенные к заранее известному расстоянию между датчиками. Точность измерения градиента постоянного поля – 10 нТл/м, при измерении низкочастотного переменного поля – 0.6 нТл/м.

Основные задачи, решаемые с помощью прототипа:

- обнаружение;
- пеленгация;
- навигация в режиме комплексирования с данными инерциальной навигационной системы.

Контакты: лаборатория «Динамических информационно-управляющих систем им. Б.Н. Петрова»
(зав. лаб. – д.т.н. Е.В. Каршаков).

6.2. АЛГОРИТМЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СИСТЕМЫ ОТНОСИТЕЛЬНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

Электромагнитная система относительного позиционирования (Аэроэлектроразведочная система «ЕМ4Н») предназначена для решения задачи определения координат и ориентации измерителя переменного магнитного поля по отношению к источнику этого поля.



В основе работы системы позиционирования лежит зависимость поля точечного магнитного диполя от координат точки измерения. Имея три точечных диполя, работающих на разных частотах, можно определить координаты точки измерений и относительную ориентацию осей чувствительно-

сти датчика поля. Достигнута точность измерения пространственного положения гондолы с датчиком поля порядка 10 см, точность определения углов ориентации осей чувствительности датчика порядка 1 градуса. Полученные точности позволяют решать такие задачи, как высокоточная координатная привязка точки измерения поля, учет координат и ориентации датчика при решении обратных геофизических задач.

Внедрение: алгоритмы применяются в современных аэроэлектроразведочных системах «ЕМ4Н» и «ЭКВАТОР» производства компании ООО «Геотехнологии».

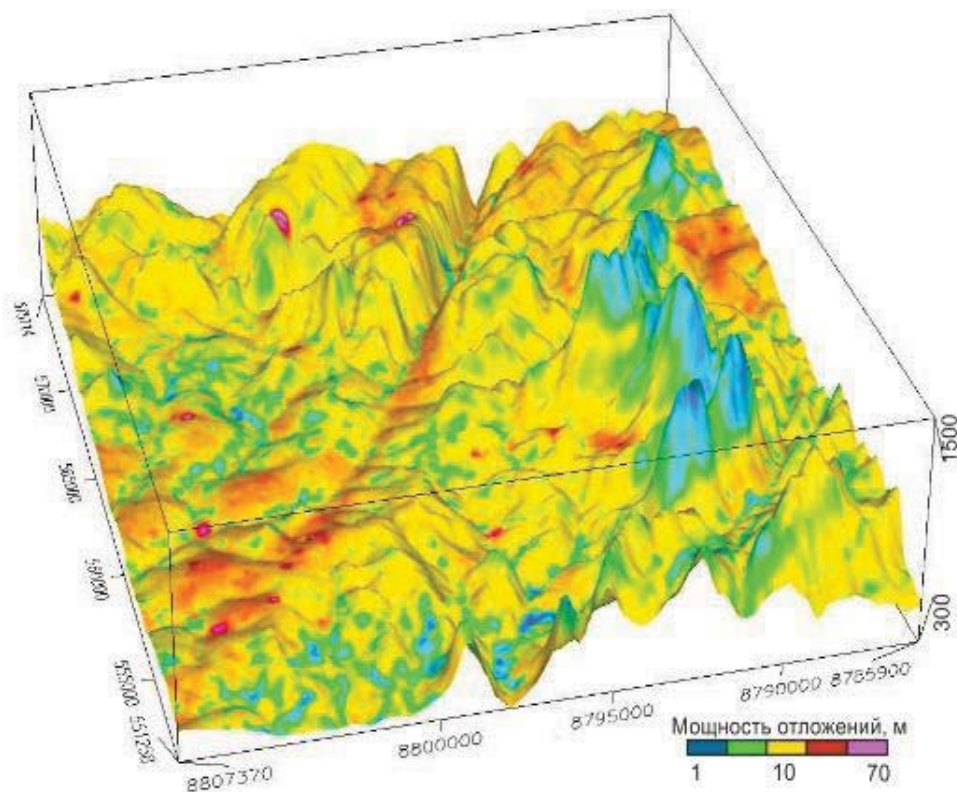
Данные системы применяются компаниями: ЗАО «ГНПП «Аэрогеофизика», Норильский филиал ВСЕГЕИ, Вилюйская экспедиция АК «Алроса», ООО «Геотехнологии».

Ежегодно выполняются десятки тысяч погонных километров аэрогеофизической съемки у нас в стране и за рубежом. С их помощью были найдены новые месторождения различных руд, грунтовых вод, получены карты распределения удельных электрических сопротивлений на значительных территориях.

Контакты: лаборатория «Динамических информационно-управляющих систем им. Б.Н. Петрова»
(зав. лаб. – д.т.н. Е.В. Каршаков).

6.3. АЛГОРИТМЫ ИНВЕРСИИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Алгоритмы инверсии геофизических данных разработаны для использования при интерпретации данных геофизической съемки, в частности, данных аэроэлектроразведки.



Карта мощности рыхлых отложений участка Китубия (республика Ангола)

Карта мощности рыхлых отложений участка Китубия (республика Ангола), наложенная на трехмерный рельеф, получена как карта глубин верхней кромки высокоомного основания по данным аэроэлектроразведочной системы «ЭКВАТОР», которое местами покрыто низкоомным водонесущим горизонтом и высокоомными песками.

Алгоритмы инверсии геофизических данных получены как решение обратной задачи геофизики, которая является нелинейной и некорректно поставленной. Для регуляризации использовался подход, в котором накладываются ограничения на статистические характеристики шумов измерений и пространственный спектр аномалии. Для решения использовался итерационный обобщенный фильтр Калмана. При обработке данных аэроэлектроразведки алгоритм позволяет получать объемное распределение удельных электрических сопротивлений за время, примерно равное времени сбора данных.

Внедрение: алгоритмы применяются для обработки данных современных аэро-электроразведочных систем «ЕМ4Н» и «ЭКВАТОР».

Результаты инверсии использовались компаниями «Catoca» (Ангола), Ngali Mining (Руанда), АК «Алроса», ЗАО «Гидэк». При интерпретации данных инверсии были найдены новые кимберлитовые трубки, глубинные (порядка 100 метров) рудопроявления, удалось эффективно спланировать заложение скважины по добыче грунтовых вод.

Контакты: лаборатория «Динамических информационно-управляющих систем им. Б.Н. Петрова»
(зав. лаб. — д.т.н. Е.В. Каршаков).

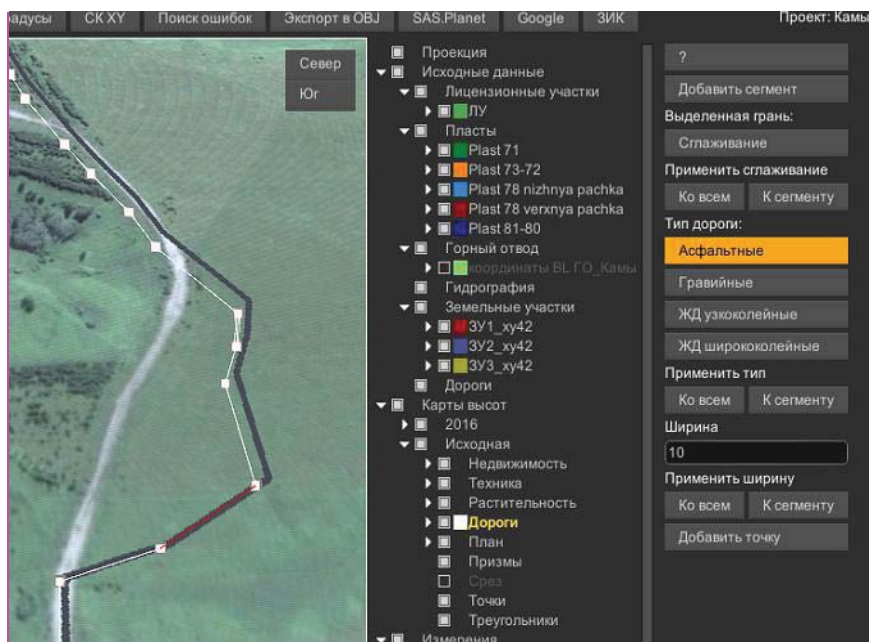
6.4. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГИС «SUEK3D»

Геоинформационная система, предназначенная для моделирования цифровой трехмерной модели местности с клиент-серверной архитектурой.

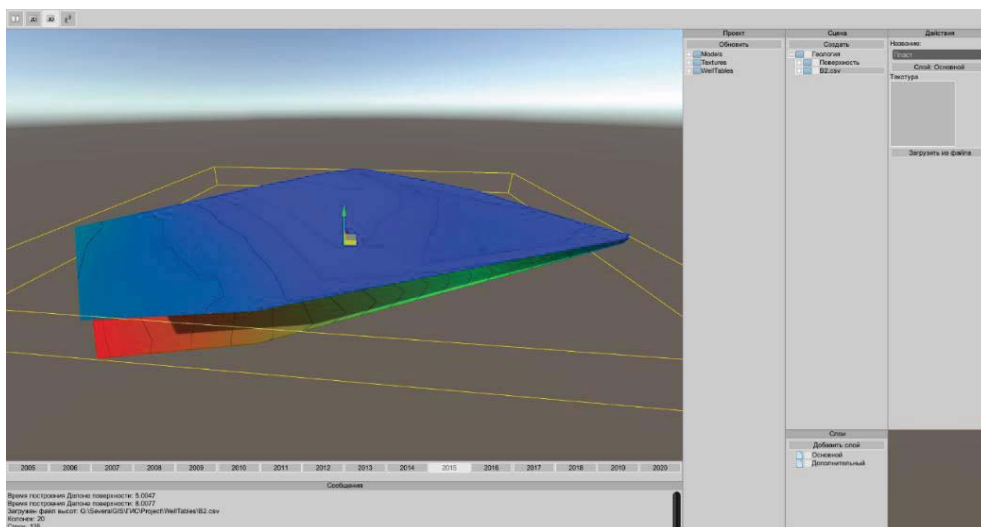
Данное программное обеспечение позволяет строить модели рельефа и пластов по следующим данным: материалы аэрокосмической съемки, данные геологических скважин, стандартные геодезические ходы, результаты наземных съемок объектов местности и, собственно, предприятий Сибирской угольной компании.

По построенным моделям программное обеспечение позволяет производить расчеты длин, объемов выемок и остатков в режиме реального времени. Кроме того, в программной среде предусмотрена возможность работы с другими программными средствами потенциального заказчика через API. Имеется возможность создания интерактивных моделей рельефа с перемещением моделей техники по охватываемой территории по заданным заранее траекториям и расписанию.

В рамках работы над программным средством собрана большая база трехмерных моделей основных видов техники, применяемой на открытых карьерных работах. В рабочей версии программы есть интеграция с ПО SAS.Planet от Google, которая позволяет добавлять космические снимки на имеющуюся территорию и проверять точность посадки модели местности.



Пример построения дорожной сети в программном комплексе



Пример поверхностей кровли и почвы пласта

К теоретическим особенностям можно отнести то, что для построения программного обеспечения впервые использован игровой движок Unity3D, что позволило переложить вычисления с центрального процессора на графическую карту (или набор карт). Это дало возможность проводить вычисления больших объемов информации в режиме реального времени непосредственно на компьютере пользователя.

Внедрение: программное обеспечение внедрено на 10 угольных предприятиях Сибирской угольной энергетической компании.

Контакты: лаборатория «Систем поддержки принятия решений» (зав. лаб. – д.т.н. Г.С. Вересников).

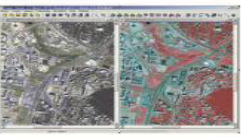
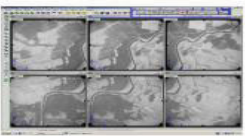
6.5. ЦИФРОВАЯ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ «ТАЛКА»

Цифровая фотограмметрическая станция (ЦФС) «Талка» предназначена для обработки материалов аэрокосмической съемки для использования ее результатов при управлении движущимися объектами. Цифровая фотограмметрическая станция «Талка» позволяет проводить оперативную обработку материалов аэрокосмической съемки с последующей ее визуализацией в виде трехмерных моделей местности. На их основе проводятся исследования по оптимизации управления полетов над сложным рельефом местности с использованием цифровых картографических данных. В программном обеспечении ЦФС «Талка» (рис. 1) реализованы более 15 запатентованных технических решений.

ЦИФРОВАЯ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ «ТАЛКА»

Методы обработки материалов аэрокосмической съемки для решения задач управления движущимися объектами

Разработанные методы реализуют технические решения, реализованные в патентах РФ № 2301448, 2301452, 2308086, 2315263, 2345418, 2342705, 2355019, 2365974, 2364940, 2370820, 2374689, 2380763 на ЦФС Талка при обработке материалов аэрокосмической съемки ADS-40, Ikonos, QuickBird, SPOT-5, Ресурс ДК, Irs, любых снимков центральной проекции

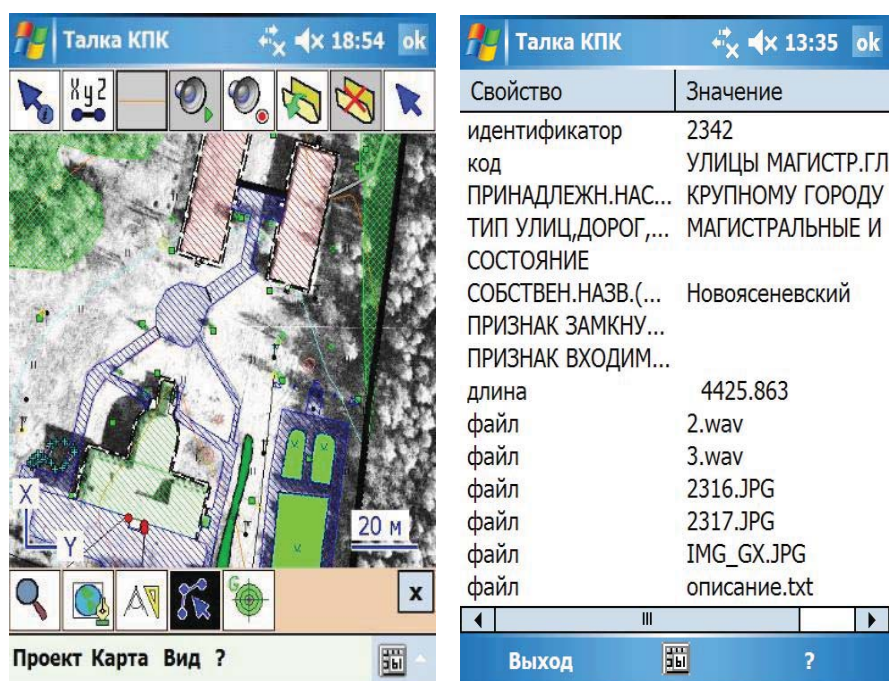


РОССИЯ 117997 г. Москва, ул. Профсоюзная, д.65
сайт: www.ipu.ru

Цифровая фотограмметрическая станция «Талка»

ЦФС «Талка» является одним из лучших программных продуктов в России по функциональным возможностям, оперативности обработки больших объемов информации. Программа обеспечивает значительную степень автоматизации технологических процессов фотограмметрической обработки и составления карт и планов.

На основе ЦФС «Талка» разработана программа «КПК Талка» для наладочных компьютеров. Она используется для создания и обновления карт и планов, позволяет работать с растрами, изображениями и векторными картами, производить съемку местности с использованием геодезической аппаратуры – GPS и ГЛОНАСС-приемниками, а также тахеометрами. Из важных особенностей программы следует отметить возможность приписывать к любому объекту произвольное число ссылок на файлы (любого типа) и работу с этими файлами внутренними средствами и зарегистрированными в системе программами. Объект карты может быть снабжен звуковыми комментариями, фотографиями, текстовой документацией (рис. 2).



Работа с объектом, семантика и файлы, приписанные к объекту

В одном проекте можно работать с несколькими картами одновременно, причем каждую карту можно открыть на полный доступ или только чтение, а также в режиме, где допускается изменение только семантики объектов. Показ каждой карты и возможности перебора ее объектов можно настроить индивидуально.

Программа позволяет управлять спутниковым приемником, показывать количество спутников, PDOP, RMS и др. параметры, включать запись данных со спутника, производить основные настройки приемника и съемки, т.е. позволяет полностью заменить полевой контроллер. На сегодняшний день программа поддерживает работу с геодезическими спутниковыми приемниками фирм «Javad», «Thellas Navigation», а также со всеми популярными навигационными «карманными» приемниками. Эти устройства могут быть подключены к КПК через Bluetooth, RS232, Интернет (для управления удаленной базовой станцией), также может быть использован встроенный в КПК GPS-приемник, ГЛОНАСС-приемник российского производства в перспективе.



Общая схема информационного обеспечения управления движущимися объектами

Внедрение: цифровая фотограмметрическая станция Талка за последние 10 лет внедрена в ВУЗах и предприятиях аэрофототопографического профиля России: ФГУП Центр «Сибгеоинформ», «Северо-Кавказское АГП», ОАО «Красноярское АГП», ОАО «Уралмаркшейдерия», ОАО «Госземкадастрсъемка»-ВИСХАГИ, Московском аэрогеодезическом предприятии (МАГП), в частях военно-топографической службы ВС РФ и др., в нескольких предприятиях Казахстана.

Контакты: лаборатория «Систем поддержки принятия решений» (зав. лаб. – д.т.н. Г.С. Вересников).

6.6. ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА «НЕВА»

ГИС НЕВА – это геоинформационная система, которая предназначена для решения задач в области геоинформатики и позволяет выполнять анализ пространственных данных, создавать карты и моделировать различные процессы на основе геоданных.

Геоинформационная система «НЕВА» включает: картографический редактор, редактор классификатора, редактор условных знаков, редактор бланков ввода семантики, конвертор преобразования цифровых форматов картографической информации.

ГИС НЕВА позволяет решать следующие задачи:

- построение цифровых моделей рельефа местности методом стереопар, гипсометрии, векторизации матрицы высот;
- построение цифровых моделей морского дна методом экстраполяции матрицы глубин, гипсометрии;
- построение 3D-модели рельефа с использованием цифровой модели рельефа и фотоплана для реалистичного отображения местности;
- создание карт с эффектом отмывки рельефа.

Данная система используется в задачах экологического мониторинга водных поверхностей с применением мультиспектральной камеры. Во время экспериментов были выведены аналитические выражения коэффициента спектральной яркости нефти, лодочного масла и дизельного топлива для четкой идентификации загрязнений (рис. 1).

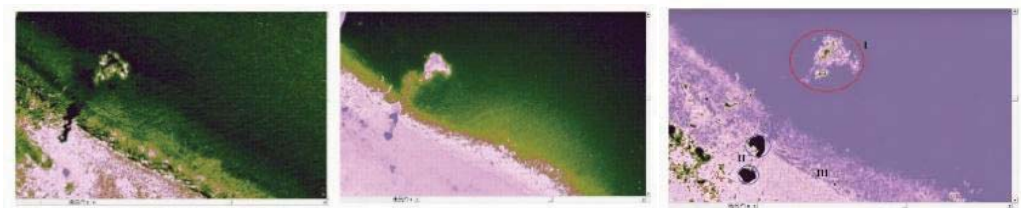


Рис. 1. Изображения нефтяного пятна, обработанные с помощью аналитических выражений в ГИС «НЕВА»

Также система используется в задачах тепловизионного мониторинга систем теплоснабжения и объектов ЖКХ. В системе выполняется:

- Наложение видеоизображения на топографическую основу;
- Калибровка изображений теплового диапазона, определение объемов тепловых потерь;
- Наложение карты тепловых потерь на карту коммунальной инфраструктуры с определением зон ответственности (рис. 2);
- Создание 3D-термокарт (рис. 3);
- Подготовка результатов обследования: карты тепловых потерь; термограммы, соответствующие типу обследования с ссылками на участки, с замечен-

ными температурными аномалиями; эскизы и/или фотографии с указанием стоположения термограмм.

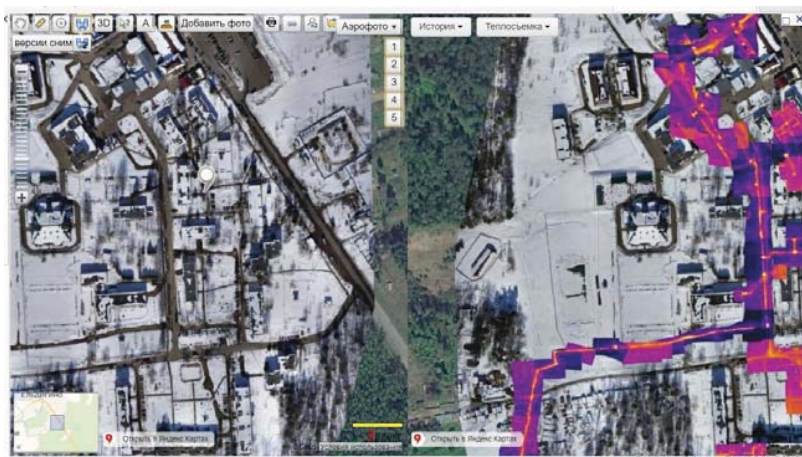


Рис. 2. Пример наложения карты теплотерь на карту коммунальной инфраструктуры в ГИС «НЕВА»



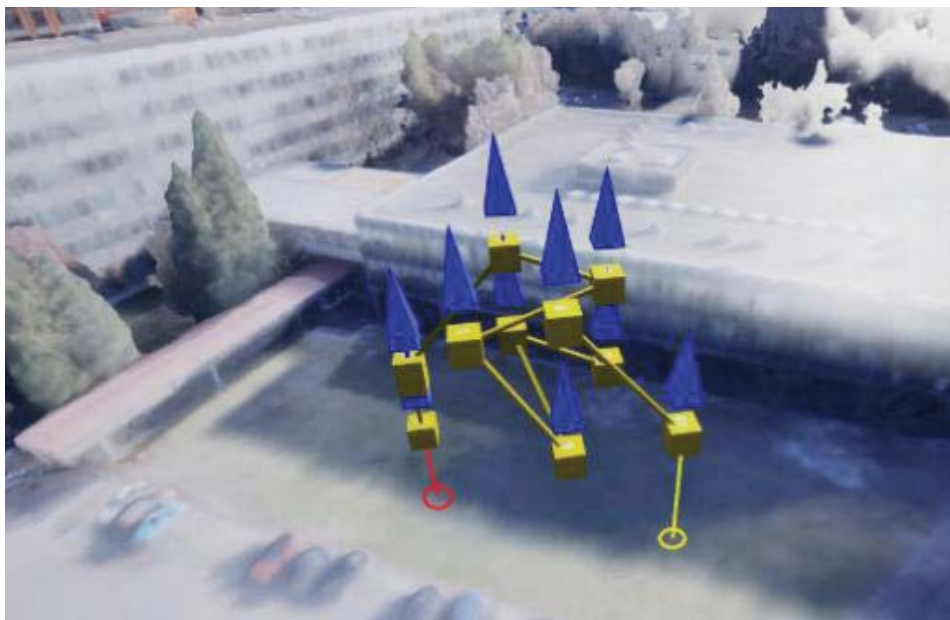
Рис. 3. 3D-термокарта

В настоящее время производится доработка ГИС Нева с учетом требований задачи гуманитарного разминирования.

Контакты: Научно-внедренческий отдел “Геоинформационных систем”
(зав. отд. – К.А. Кулагин).

6.7. МУЛЬТИСРЕДНЫЙ ПЛАНИРОВЩИК ЗАДАНИЙ ДЛЯ ГРУПП РОБОТОВ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Мультисредный планировщик заданий представляет собой инновационный инструмент, который предназначен для эффективного управления группами автономных роботов в различных средах и с разными целями.



Основная цель проекта заключалась в создании мощного и гибкого планировщика заданий, способного обрабатывать сложные сценарии, объединяющие роботов различных типов и с разными функциональными возможностями. В результате было разработано решение, которое учитывает разнообразные факторы, такие как географические ограничения, ограничения ресурсов, приоритеты задач и взаимодействие с окружающей средой.

К особенностям мультисредного планировщика заданий можно отнести следующие.

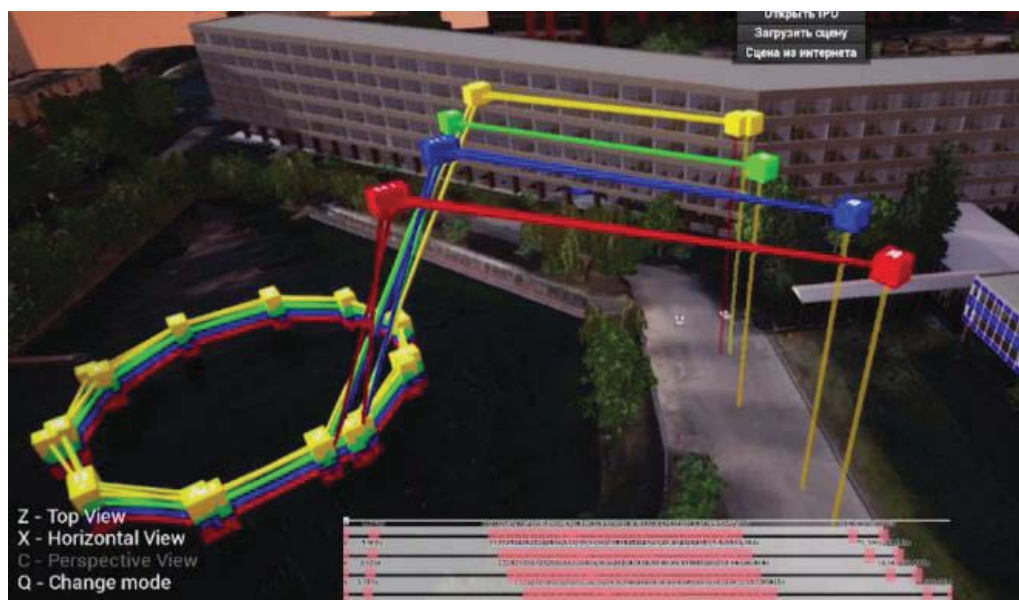
- **Универсальность и масштабируемость.** Планировщик поддерживает широкий спектр роботов различных типов и назначений, включая мобильные роботы, манипуляторы, дроны и другие. Он также способен управлять как небольшими группами, так и большими робототехническими системами.
- **Адаптивность.** Планировщик способен адаптироваться к различным средам и ситуациям, предоставляя оптимальные решения даже при изменяющихся условиях. Он учитывает факторы, такие как препятствия, динамические изменения в окружающей среде и предпочтения оператора



- **Эффективность:** Планировщик оптимизирует распределение заданий между роботами, учитывая их возможности, пропускную способность и ограничения. Это позволяет достичь оптимального использования ресурсов и повысить производительность группы роботов.



- **Интеграция:** Планировщик взаимодействует с существующими робототехническими системами и платформами. Он легко интегрируется с различными сенсорами, управляющими системами и модулями восприятия, обеспечивая гладкое взаимодействие с другими компонентами автоматизированной системы.



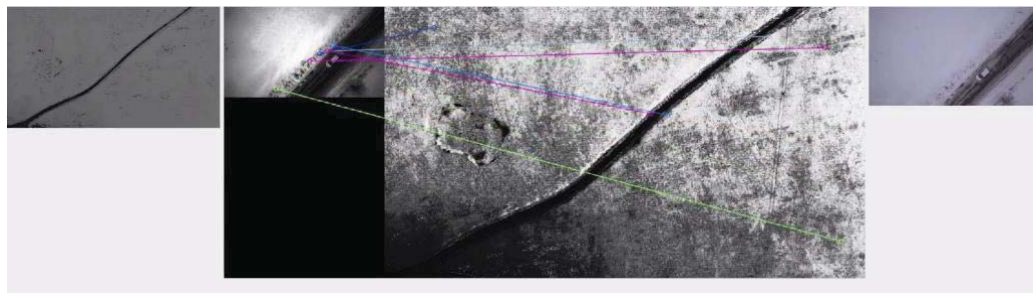
- **Графический интерфейс.** Разработан интуитивно понятный графический интерфейс, который облегчает программирование и контроль групп роботов. Это позволяет операторам легко создавать и редактировать задания, отслеживать выполнение и мониторить состояние роботов в реальном времени.

Таким образом, мультисредный планировщик заданий для групп роботов различного назначения представляет значительный прогресс в области управления робототехническими системами. Он предлагает новые возможности для эффективного использования роботов в широком спектре приложений, включая производство, логистику, исследования и спасательные операции. Это инструмент, который может принести значительные преимущества и улучшить производительность робототехнических систем. Успешные пилотные испытания планировщика в реальных условиях, и результаты говорят о его эффективности и надежности. В будущем планируется продолжить усовершенствование и расширение функциональности планировщика, чтобы он мог еще лучше соответствовать потребностям заказчиков.

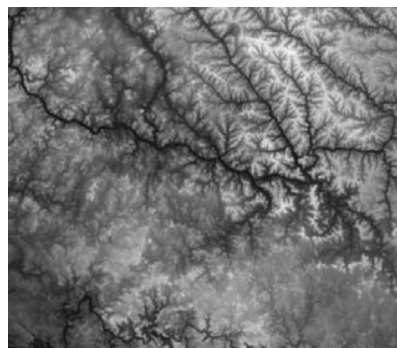
Контакты: Научно-внедренческий отдел “Геоинформационных систем”
(зав. отд. – К.А. Кулагин).

6.8. ВИРТУАЛЬНЫЙ ПОЛИГОН ИСПЫТАНИЙ СИСТЕМ ПОЛЕТОВ В РЕЖИМЕ ПОДАВЛЕНИЯ ГНСС

Виртуальный полигон для испытаний систем полетов беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) коптерного и самолетного типов в режиме подавления глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС) представляет собой инновационное средство, разработанное с использованием Unreal Engine. Она предоставляет возможность проведения виртуальных испытаний и анализа систем полетов БПЛА в условиях, имитирующих подавление ГНСС сигналов.



Основными особенностями Виртуального полигона являются:



- **Реалистичная симуляция.** С использованием Unreal Engine создается окружение, которое имитирует реальные условия полета БПЛА. В том числе: моделирование различных погодных условий, местности, аэродромов и других объектов окружающей среды. Благодаря этому, исследователи и разработчики могут получить реалистичные данные и оценить производительность систем полетов БПЛА в различных сценариях и условиях.

- **Подавление ГНСС сигналов.** Виртуальный полигон позволяет включать режим подавления ГНСС сигналов, что создает условия для испытания и анализа систем полетов БПЛА в таких ситуациях. Это позволяет оценить эффективность аппаратуры и алгоритмов, используемых для навигации и управления БПЛА в условиях отсутствия доступа к ГНСС.

- **Гибкость и настраиваемость.** Виртуальный полигон предоставляет возможность настройки различных параметров и условий испытаний. Исследователи могут изменять параметры среды, такие как скорость и направление ветра, плотность атмосферы, наличие препятствий и другие факторы. Это позволяет проводить эксперименты в широком диапазоне условий и анализировать влияние этих факторов на производительность систем полетов БПЛА.

- **Анализ и визуализация данных.** Виртуальный полигон предоставляет инструменты для анализа и визуализации данных, собранных во время испыта-

ний. Исследователи могут получать информацию о траектории полета, датчиках, состоянии систем, а также другие параметры и метрики, необходимые для оценки производительности БПЛА. Это помогает оптимизировать системы полетов и внести усовершенствования на основе полученных результатов.

Применение результатов использования Виртуального полигона при проведении натурных экспериментов имеет несколько преимуществ:

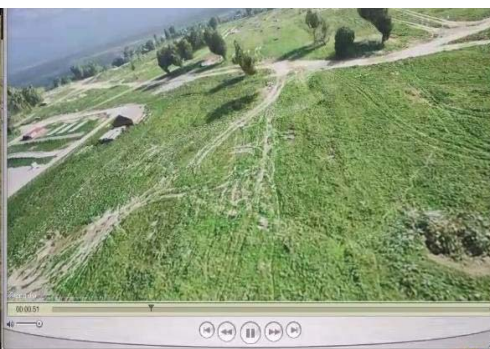


1. Сокращение затрат. Виртуальные испытания позволяют сэкономить средства, которые обычно требуются для организации натурных экспериментов. Виртуальный полигон позволяет проводить множество испытаний в различных условиях без затрат на топливо, обслуживание и ремонт физических БПЛА.

2. Безопасность. Виртуальные испытания позволяют избежать рисков, связанных с полетами реальных БПЛА. Это особенно важно при испытаниях в условиях подавления ГНСС, где непредсказуемые ситуации могут возникнуть и привести к потере контроля над летательным аппаратом. Виртуальный полигон обеспечивает безопасность и контролируемую среду для проведения таких испытаний.

3. Быстрота и гибкость. Виртуальные испытания позволяют быстро изменять условия и параметры испытаний, что ускоряет процесс разработки и оптимизации систем полетов БПЛА. Исследователи могут быстро проводить эксперименты, анализировать данные и вносить усовершенствования, не тратя время на физическую подготовку и проведение каждого испытания.

4. Расширенные возможности. Виртуальный полигон позволяет создавать сценарии и условия, которые сложно или невозможно воспроизвести в реальной среде. Это открывает новые возможности для исследования и тестирования систем полетов БПЛА в различных сценариях, включая экстремальные условия или ситуации, которые могут быть опасны для реальных испытаний.



В итоге, Виртуальный полигон для испытаний систем полетов БПЛА коптерного и самолетного типов в режиме подавления ГНСС, реализованный при помощи Unreal Engine, предоставляет возможность реалистичной симуляции полетов, подавления ГНСС и анализа производительности систем полетов БПЛА. Его использование при проведении натурных экспериментов позволяет сократить затраты, обеспечить безопасность, ускорить процесс разработки и исследования, а также расширить возможности для тестирования в различных сценариях и условиях.

Контакты: Научно-внедренческий отдел “Геоинформационных систем”
(зав. отд. – К.А. Кулагин).

6.9. ВИРТУАЛЬНОЕ ПОЛЕ БОЯ И РЕАЛИЗАЦИИ ТАКТИЧЕСКИХ МАНЕВРОВ ГРУППЫ БПЛА-ИСТРЕБИТЕЛЕЙ

Система "Виртуальное поле боя группы БПЛА-истребителей и реализация группы тактических маневров «4 против 40»" основывается на разработанном сценарии, предложенном специалистами из лаборатории № 38, и представляет собой инновационное решение для тренировки и анализа тактических маневров группы БПЛА-истребителей в условиях виртуального поля боя.

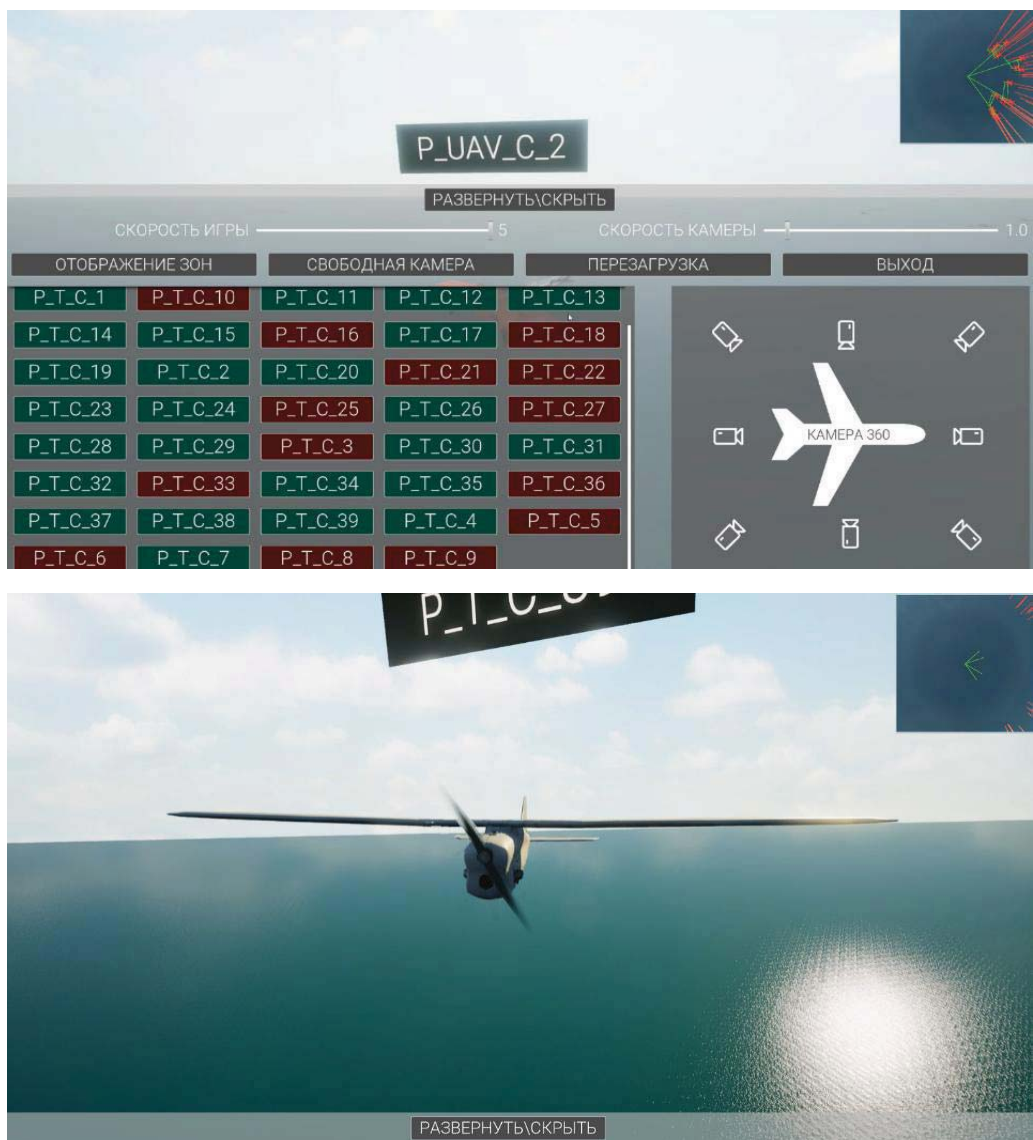


Система включает в себя следующие основные компоненты.

1. Виртуальная среда: Система создает трехмерную виртуальную среду, которая воспроизводит реалистичные условия боевых действий. Это включает в себя моделирование ландшафта, препятствий, а также визуализацию динамических элементов, таких как атмосферные условия и освещение. Виртуальная среда позволяет пилотам БПЛА-истребителей оценить и адаптироваться к различным тактическим ситуациям.

2. Управление БПЛА-истребителями: Система предоставляет возможность загружать и визуализировать сценарий работы группы из четырех БПЛА-истребителей. Операторы могут выполнять тактические маневры, атаковать вражеские аппараты и защищаться от атак. Они могут разрабатывать и координировать свои тактические планы, основываясь на информации о положении и действиях других аппаратов в группе.

3. Группа мишеней: в системе также присутствует группа из сорока БПЛА-мишеней, которые представляют вражеские аппараты. Эти мишени ведут себя в соответствии с заданными алгоритмами и тактиками на основе специальных моделей поведения. Они создают реалистичные вызовы для группы БПЛА-истребителей, требуя от системы принятия решений эффективного планирования и координации действий.



4. Анализ и обратная связь: Система осуществляет анализ действий группы БПЛА-истребителей и предоставляет обратную связь, основанную на оценке выполненных тактических маневров. Пилоты могут изучать результаты своих действий, анализировать эффективность стратегий и принимать решения для улучшения своих тактических навыков. Это помогает оптимизировать производительность группы и адаптироваться к различным сценариям боевых действий.



Система "Виртуальное поле боя группы БПЛА-истребителей и реализация группы тактических маневров «4 против 40»" на базе предоставленного сценария предоставляет реалистичную и эффективную платформу для тренировки и совершенствования навыков управления группой БПЛА-истребителей. Она позволяет пилотам разрабатывать и проверять различные тактические стратегии, а также изучать результаты своих действий в реальном времени.

Такая система имеет широкий потенциал применения в области военной подготовки и симуляции боевых ситуаций. Она позволяет пилотам БПЛА-истребителей получить ценный опыт в управлении группой аппаратов, совершенствовать координацию действий и принимать решения в сложных тактических условиях. Также система может быть использована для разработки и тестирования новых тактических концепций и алгоритмов управления.

Система "Виртуальное поле боя группы БПЛА-истребителей и реализация группы тактических маневров «4 против 40»" представляет собой инновационное решение, которое способствует повышению эффективности и безопасности операций БПЛА-истребителей. Она позволяет пилотам улучшить свои навыки, отработать сложные тактические маневры и разрабатывать новые стратегии боевых действий.

Контакты: Научно-внедренческий отдел "Геоинформационных систем"
(зав. отд. – К.А. Кулагин).

6.10. КИБЕРТРЕНИНГОВАЯ ПЛОЩАДКА ДЛЯ ОПЕРАТОРОВ БПЛА

Кибертренинговая площадка для операторов БПЛА предоставляет различные задачи и сценарии тренировок, которые помогают операторам развивать и совершенствовать свои навыки в управлении БПЛА и проводить ознакомление с местностью, в которой они будут работать на реальных аппаратах.



В разрезе тренировочного полигона для ручного управления и ознакомления с местностью такая площадка может включать следующие задачи:

1. Тренировки по управлению: Площадка предоставляет возможность операторам практиковаться в ручном управлении БПЛА. Задачи могут включать выполнение различных маневров, таких как взлет и посадка, изменение высоты и скорости полета, повороты и смену направления движения. Операторы могут тренироваться в точном управлении аппаратом в соответствии с заданными параметрами.



2. Симуляция полигона: Площадка может воспроизводить тренировочный полигон, на котором операторам предстоит работать на реальных БПЛА. Симуляция может включать моделирование реалистичной местности, включая ландшафт, препятствия, здания и другие объекты. Операторы могут тренироваться в навигации и управлении БПЛА внутри такой симулированной среды, осваивая особенности территории, с которой они будут сталкиваться в реальных условиях.



3. Имитация различных условий и ситуаций: Площадка может предоставлять операторам возможность тренироваться в различных условиях и сценариях, с которыми они могут столкнуться в реальных операциях. Например, симуляцию погодных условий, таких как сильный ветер или дождь, для тренировки в управлении в сложных атмосферных условиях. Также могут быть включены сценарии аварийных ситуаций, когда операторам предстоит справиться с непредвиденными событиями и быстро принимать решения.

4. Обратная связь и анализ: Площадка позволяет операторам получать обратную связь и анализировать свои действия. Например, система может записывать данные о полете, трекинг движений БПЛА и предоставлять операторам возможность просмотра и анализа этих данных после тренировки. Это помогает операторам идентифицировать слабые места, улучшать свои навыки и принимать правильные решения в будущих операциях.

Кибертренинговая площадка для операторов БПЛА, ориентированная на тренировочный полигон для ручного управления и ознакомления с местностью, предоставляет операторам возможность практиковаться в управлении аппаратом, осваивать местность и сценарии, с которыми они будут сталкиваться в реальных

условиях. Такая площадка помогает повысить уровень подготовки операторов, улучшить их навыки в управлении БПЛА и повысить эффективность и безопасность операций.

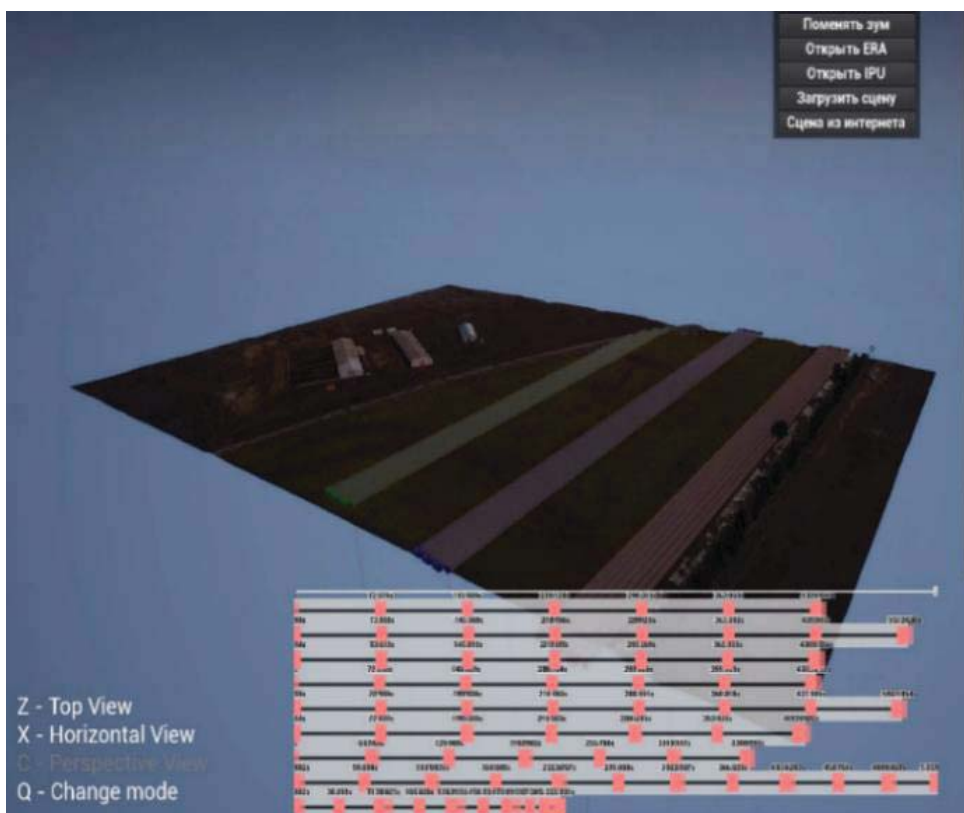


Контакты: Научно-внедренческий отдел “Геоинформационных систем”
(зав. отд. – К.А. Кулагин).

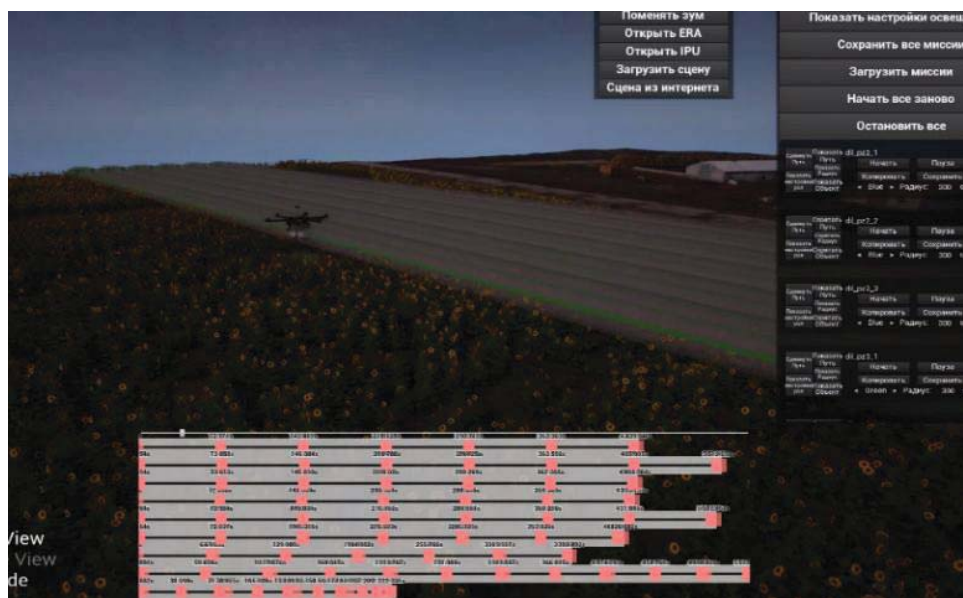
6.11. ВИРТУАЛЬНАЯ ПЛОЩАДКА ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ОПЕРАТОРОВ АГРОДРОНОВ

В процессе создания виртуальной площадки для обучения операторов агропромышленных дронов, в части планирования заданий для БПЛА и оптимизации ресурсов, были реализованы следующие основные задачи:

- Проведен анализ требований и целей обучения операторов агродронов. Были определены цели обучения, ожидания от площадки и ограничения, связанные с ресурсами. Были определены и учтены необходимые функции площадки, такие как планирование маршрутов полета, моделирование сельскохозяйственных полей и анализ данных.



- Разработана виртуальная среда, которая использовалась для обучения операторов агропромышленных дронов. Виртуальная среда включала моделирование сельскохозяйственных полей, ландшафта, растительности и других характеристик местности, где дроны должны были работать. Также было проведено моделирование погодных условий, времени суток и других факторов, влияющих на полеты и выполнение заданий;



- Разработан планировщик заданий. Планировщик заданий являлся важной частью виртуальной площадки. Он отвечал за генерацию заданий и оптимальное планирование маршрутов полета для агродронов. Планировщик учитывал различные факторы, такие как размер поля, типы заданий, препятствия, ограничения полета и доступные ресурсы, такие как время полета и заряд батареи. Целью планировщика было оптимизировать маршруты полета для выполнения заданий с максимальной эффективностью и использованием минимальных ресурсов.

- Интегрированы алгоритмы и проведена симуляция: на этом этапе были интегрированы различные алгоритмы планирования и симуляции полетов в виртуальную среду. Алгоритмы планирования включали алгоритмы маршрутизации, оптимизации и управления полетом. Симуляция полетов позволила проверить и отладить разработанные алгоритмы и планировщик заданий в реалистичных условиях. Этот этап был важным для уверенности в правильной работе системы перед переходом к обучению операторов.

- Проведено обучение и тестирование операторов: После разработки и интеграции планировщика заданий и симуляции полетов было проведено обучение и тестирование операторов. Операторы прошли тренировочные программы в виртуальной среде, выполняя различные задания и миссии. Результаты и производительность операторов были оценены и проанализированы для дальнейшего улучшения системы.

- Проведена оптимизация ресурсов, используемых в работе: После обучения операторов и проведения тестирования была проведена оптимизация ресурсов, используемых в работе платформы. Были исследованы и анализированы данные о производительности агродронов, энергопотреблении, времени полета и других параметрах. На основе полученных результатов были внесены изменения в планировщик заданий и другие компоненты системы, чтобы оптимизировать использование ресурсов и повысить эффективность работы операторов.



В целом, процесс создания виртуальной площадки для обучения операторов агродронов был выполнен путем проведения анализа требований, разработки виртуальной среды, создания планировщика заданий, интеграции алгоритмов и проведения симуляции, обучения и тестирования операторов, а также оптимизации ресурсов. Эти шаги были предприняты для обеспечения эффективного обучения операторов и оптимизации процесса работы агродронов.

Контакты: Научно-внедренческий отдел “Геоинформационных систем”
(зав. отд. – К.А. Кулагин).

6.12. КИБЕРСИМУЛЯТОР ОБУЧЕНИЯ ПИЛОТОВ ПОЛЕТАМ В СМЕШАННОМ РЕЖИМЕ

Киберсимулятор обучения пилотов полетам в смешанном режиме является разрабатываемой системой, предназначенной для обучения операторов управлять группой и роем беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).



Основной особенностью этой системы является возможность выполнять часть задания БПЛА в автономном режиме, в то время как принятие решения об атаке цели остается за оператором. Система предоставляет оператору способность управлять группой БПЛА, состоящей из нескольких аппаратов. Каждый БПЛА обладает автономными функциями и может выполнять определенные задачи самостоятельно. Например, одним из автономных режимов может быть полет БПЛА в область видеозахвата цели и идентификации цели.

В ходе обучения операторов, система предлагает различные учебные сценарии, в которых оператору необходимо эффективно координировать и контролировать действия БПЛА. Например, оператор может задать цель или набор целей для выполнения задания, и каждый БПЛА самостоятельно определит оптимальный маршрут для достижения цели, используя автономные функции и алгоритмы навигации.



В то время как БПЛА выполняют свои автономные задачи, оператор продолжает наблюдать за процессом и принимает решение о дальнейших действиях, включая принятие решения об атаке цели. Оператор имеет полный контроль над БПЛА и может в любой момент перехватить управление, если потребуется вмешательство или принятие решения, выходящего за рамки автономных возможностей БПЛА.

Киберсимулятор обучения пилотов полетам в смешанном режиме предоставляет операторам реалистическую среду, где они могут практиковать управление группой и роем БПЛА в различных сценариях. Это помогает развивать навыки координации, принятия решений и управления в условиях, когда часть задания выполняется в автономном режиме. Такой подход позволяет повысить эффективность операторов и обеспечить более гибкое применение БПЛА в различных сферах деятельности.

Контакты: Научно-внедренческий отдел “Геоинформационных систем”
(зав. отд. – К.А. Кулагин).

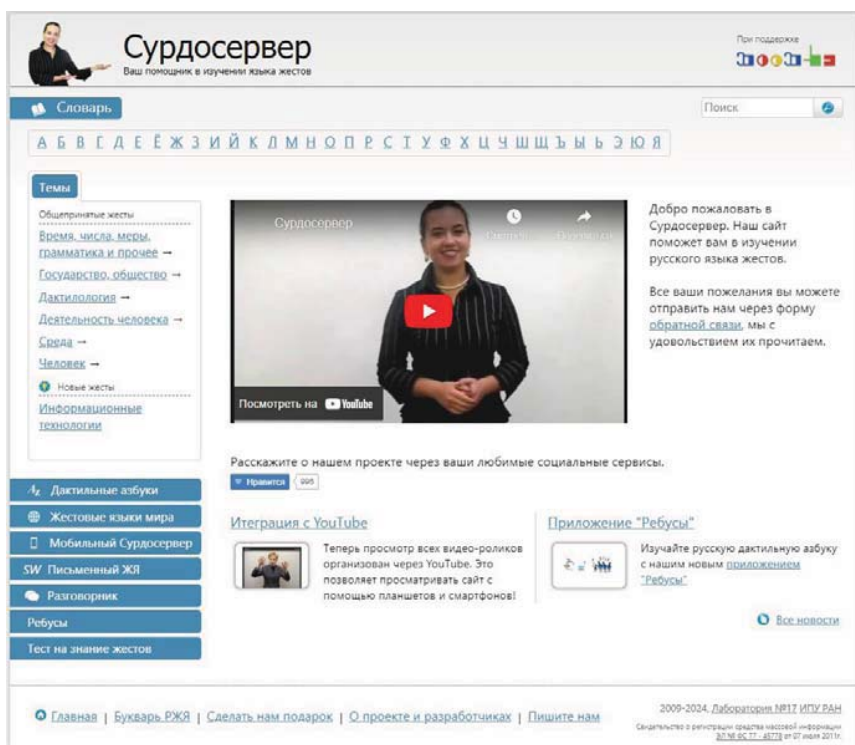
7. ЦИФРОВЫЕ ПЛАТФОРМЫ

7.1. СОЦИАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ПОМОЩИ ЛЮДЯМ СО СЛУХОВОЙ ПАТОЛОГИЕЙ

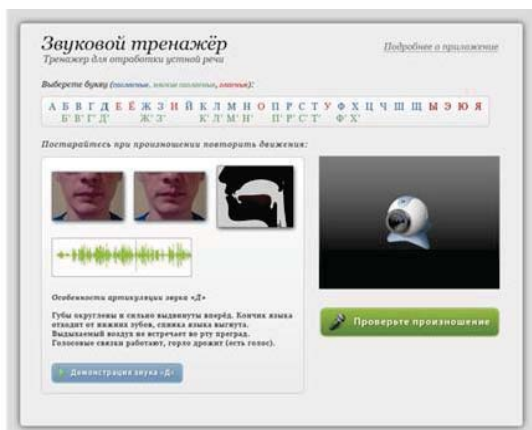
Интернет портал «Сурдосервер» (<http://www.surdoserver.ru/>) выполняет важную социальную задачу помощи людям с ограниченными возможностями по слуху. Он расширяет кругозор людей с ослабленным слухом, снижает у них ощущение изолированности, оторванности от общества, пробуждает интерес к своей и другим национальным культурам и, в конечном счете, способствует их социальной реабилитации и раскрепощению.

Выполняя важную социальную задачу в помощь людям с ограниченными возможностями по слуху, коллективом сотрудников лаборатории были разработаны следующие проекты.

- «Сурдосервер», который позволил в режиме онлайн обеспечить пользователей информацией по важной для них теме «Жестовый язык»: словарь жестов русского жестового языка (РЖЯ); разговорник на РЖЯ; корпус жестов в письменной форме, разработанный на основе использования знаков SignWriting, как инструмент для исследования особенностей их формирования.



- веб-приложение «**Звуковой тренажёр**», предназначенное для обучения пользователей правильному произношению звуков русского языка и оценки их результатов.



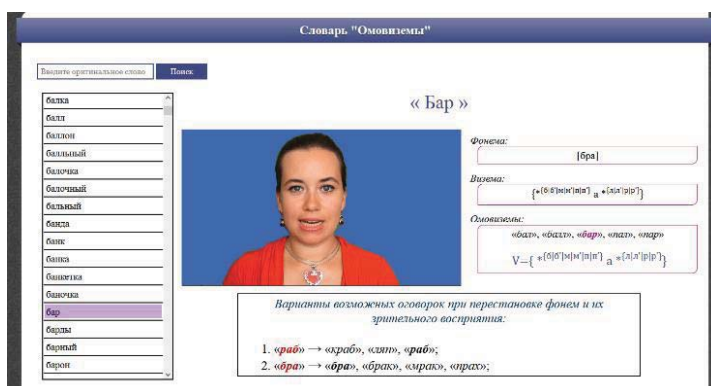
Кроме того, пользователи в случае необходимости могут воспользоваться содержащимися в программе справочными материалами, с целью интеграции мультимедийных технологий в обучение в режиме online удаленных пользователей чтению с губ звучащей речи разработана мультимедийная программа «**Читаем с губ**».



Работа направлена на:

- исследование взаимозаменяемости звучащих слов русской речи при визуальном распознавании их человеком;
- создание корпуса омовизем и непрерывное пополнение его новыми речевыми элементами русского языка на основе их общих визуальных характеристик, описанных согласно разработанной артикуляционной транскрипции;
- создание моделей взаимосвязанных параметров слов с использованием введенного термина «омовиземы»;

- разработку мультимедийной программы «Омовиземы» для обучения пользователей в режиме online распознавать устную речь зрительным способом и различать между собой слова со схожими виземами;
- исследование межъязыковой омонимии как источника коммуникативного барьера при чтении с губ иноязычных слов (с позиции носителя русского языка) на основе разработанного модуля мультимедийной программы «Читаем с губ»;
- анализ влияния порядка слов и оговорок в русской разговорной речи на изменения содержания высказывания; при визуальном восприятии ее человеком.



Разработанные проекты нацелены на решение важной социальной задачи помощи людям с ограниченными возможностями по слуху путем применения современных мультимедийных технологий и новейших подходов к обработке и анализу полученных результатов, что будет способствовать их интеграции в полноценную повседневную жизнь.

Сайт «Сурдосервер» включен Министерством Транспорта РФ в ресурс «Доступная среда» (<https://www.mintrans.ru/activities/47>).

Контакты: лаборатория «Эргатических систем»
(зав. лаб. – д.т.н. М.П. Фархадов).

7.2. СИСТЕМНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ LICS (Linux of Institute of Control Sciences)

Системное программное обеспечение (СПО) LICS (Linux Institute of Control Science) разработано на основе свободно распространяемой операционной системы Linux и может применяться в широком классе промышленных приложений.

Приобретая и используя операционную систему LICS, пользователь получает стабильную, надежную версию операционной системы Linux, имеющую необходимые российские лицензии и гарантию бесперебойной работы на сертифицированном аппаратном обеспечении в течение года. Данные свойства СПО LICS в настоящий момент являются уникальными и особенно привлекательными для российских разработчиков систем, требующих повышенной надежности.

ОС Linux, изначально разработанная как операционная система общего применения для использования в научных учреждениях и индивидуальными разработчиками, стала теперь частью программного обеспечения промышленного мира. Преимущества системы ОС Linux – богатство приложений, мощь ОС UNIX, доступность исходных кодов. СПО LICS унаследовало последние достижения в разработке программного обеспечения Linux, дополнив его качеством, отличающим промышленное ПО. Сейчас СПО LICS характеризуется:

- сбалансированностью системы и проверенность ее компонентов;
- ориентацией на промышленные системы;
- уникальной встроенной системой самодиагностики;
- отсутствием лицензионных ограничений на поставку в составе другого изделия;
- сквозной процедурой верификации и высокой надежностью;
- поставкой СПО, учитывающей специфику решаемых задач (на заказ).

СПО LICS постоянно обновляется (период обновления около 6 месяцев), сохраняя преемственность и надежность. В интересах заказчика осуществляется авторское сопровождение программного продукта СПО LICS, что гарантирует надежность эксплуатации СПО в течение всей службы системы. Системное программное обеспечение успешно прошло приемочные межведомственные испытания в 2001 г. и одобрено в 2003 г. Госатомнадзором России и ВО «Безопасность» для использования в составе программно-технических средств по классу ЗН ОПБ-88/97 (системы важные для безопасности) на АЭС, что подтверждает безопасность и надежность СПО LICS. С тех пор СПО LICS постоянно модифицируется



и обновляется (последнее обновление – декабрь 2018 г.), сочетая надежность и современность.

СПО LICS соответствует требованиям, предъявляемым к элементам систем класса безопасности 3Н и ниже по ОПБ 88/97 и системам уровня защищенности (кибербезопасности) S2 (по IEC 62645 ed. 1 2014).

Внедрение: СПО LICS эксплуатируют:

АО «Атомстройэкспорт» (АСЭ);

ООО «Автоматика-Э» – автоматизация техпроцессов ТЭК, г. Омск;

ЗАО «Диаконт», г. Санкт-Петербург;

Филиал ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» «НИИИС им. Ю.Е. Седатова»,
г. Нижний Новгород;

Петербургский институт ядерной физики, г. Гатчина;

Электрогорский научно-исследовательский центр АЭС,
г. Электрогорск;

действующая АЭС «Бушер-1» (Исламская республика Иран);

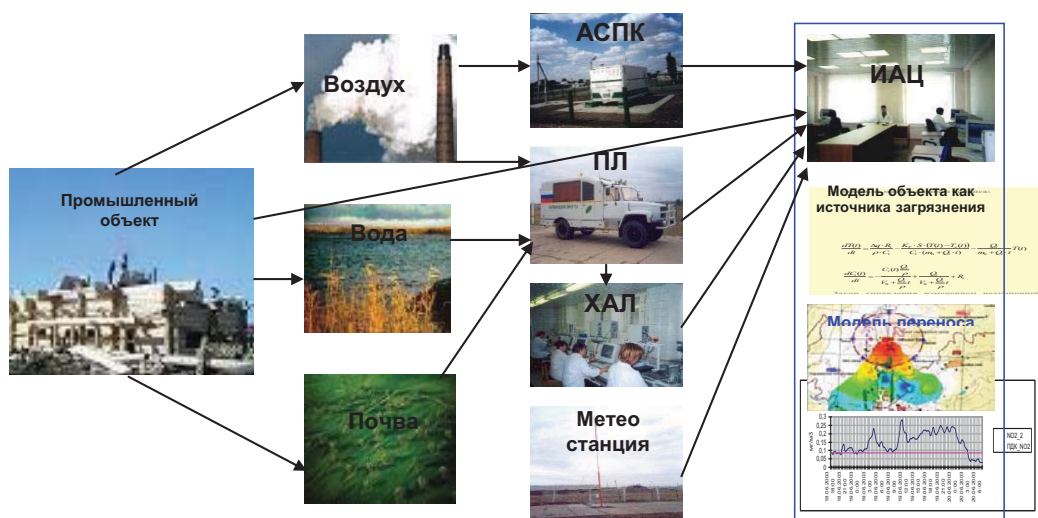
действующая АЭС «Куданкулам», блоки 1–2 (Республика Индия).

Контакты: лаборатория «Распределенных информационных, аналитических
и управляющих систем имени И.В. Прангишвили»
(зав. лаб. – д.т.н. А.Г. Полетыкин).

7.3. ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Разработаны информационная технология построения и программные средства Информационно-аналитического центра (ИАЦ), который предназначен для решения следующих основных задач:

- сбор, обработка, накопление, отображение, анализ и документирование экологических и метеорологических параметров окружающей среды объекта;
- оценка полученных результатов наблюдений на соответствие критериям контроля, установленным для данного объекта мониторинга на основании нормативных документов и соответствующих требований промышленной и экологической безопасности;
- оповещение о создающихся нештатных или аварийных ситуациях вредных или опасных для здоровья людей и других живых организмов;
- формирование и оперативная передача информации в установленном и утвержденном порядке персоналу объекта для принятия решений по снижению отрицательного влияния объекта на окружающую среду, а также федеральным и региональным органам исполнительной власти;
- математическое моделирование процессов распространения отравляющих и загрязняющих веществ в атмосфере в штатных и аварийных ситуациях;
- формирование прогнозов вероятных последствий деятельности объекта;
- формирование рекомендаций по выбору вариантов действий при возникновении нештатных и аварийных ситуаций.



Информация с автоматических стационарных постов контроля (АСПК), химико-аналитической лаборатории (ХАЛ), передвижных лабораторий (ПЛ), с метеостанции по проводным и беспроводным линиям связи в режиме реального времени поступает в ИАЦ, позволяя оперативно отслеживать происходящие изменения и вырабатывать решения, направленные на нормализацию экологической обстановки.

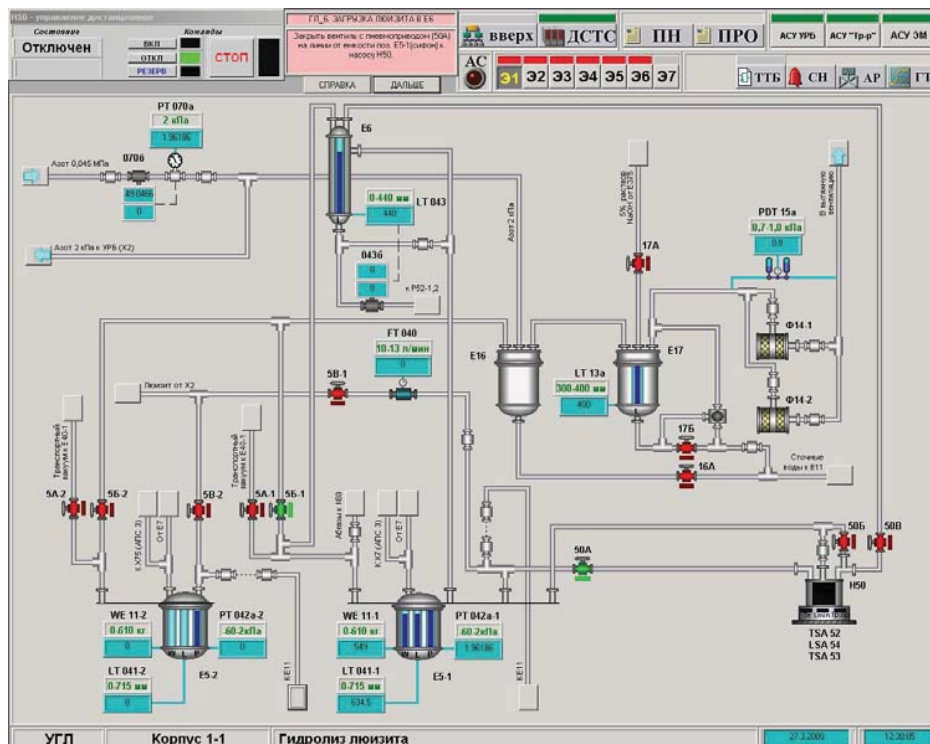
Для эффективного управления экологической ситуацией помимо информации о текущем экологическом состоянии необходимо прогнозировать изменение и развитие ее в будущие периоды времени. Полученные в результате прогнозирования данные используются в системе поддержки принятия управленческих решений с целью предотвращения нежелательных экологических ситуаций и связанных с ними неблагоприятных последствий.

Внедрение: объекты хранения и уничтожения химического оружия в п. Горный Саратовской области, в п. Марадыковский Кировской области, в г. Камбарка Удмуртской республики.

Контакты: лаборатория «Систем поддержки принятия решений»
(зав. лаб. – д.т.н. Г.С. Вересников).

7.4. ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТРЕНАЖЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ОПЕРАТОРОВ, УПРАВЛЯЮЩИХ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ

Данную разработку можно отнести к приоритетным направлениям научно-технологического развития Российской Федерации в части перехода к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, создания систем машинного обучения, к исследованиям в области человеко-машинных систем. Причина большого интереса к разработкам и внедрению адаптивных компьютерных тренажерных комплексов для обучения операторов потенциально-опасных технологических объектов заключается в качественно новых возможностях, предоставляемых современными информационными технологиями для всех ключевых компонентов тренажерных комплексов. Использование разработанной методологии обучения оперативного персонала с помощью Компьютерных тренажерных комплексов (КТК), содержащих динамические модели процессов, обеспечивающих адекватную реакцию моделируемого объекта на произвольные вмешательства участников тренинга, может привести к созданию полноценных систем обучения, превосходящих по своим возможностям все известные методы тренинга, включая потенциально опасные тренировки на реальном объекте.



КТК позволяет:

- адекватно моделировать технологический процесс;
- проводить компьютерные эксперименты для исследования различных режимов работы оборудования и анализа аварийных ситуаций;
- исследовать физическую сущность протекающих процессов, их взаимозависимость;
- создавать эффективные системы управления на основе анализа различных алгоритмов управления;
- отрабатывать действия обучаемых в штатных и экстремальных ситуациях на программных моделях;
- формировать и постоянно поддерживать квалификацию и навыки действий операторов;
- автоматически анализировать действия обучаемых и оценивать их профессиональную пригодность.

[illegible]

КТК включает:

- имитацию рабочих мест оперативного персонала центрального пульта управления объекта;
- различные режимы функционирования КТК, а именно: режим консультации обучаемых с системой, режим приобретения знаний, режим взаимодействия с

инструктором, режим проверки знаний обучаемых, режим оценки знаний, режим создания тренировочных упражнений и др.;

- динамические модели процессов и модели основных технологических узлов и агрегатов;
- различные режимы работы обучаемых: общий (все обучаемые работают с общей моделью), индивидуальный (каждый обучаемый работает со своей моделью), групповой (участники группы совместно работают с одной моделью);
- различные режимы работы технологического оборудования (подготовка технологического узла к пуску, пусковые операции, штатная работа, контроль и регулирование узла во время работы, останов, аварийные ситуации);
- систему поддержки инструктора, включающую автоматизацию составления сценарных алгоритмов тренинга, задания внутренних и внешних возмущений, взаимодействие с одним или несколькими обучаемыми, автоматический контроль за правильностью выполнения заданий с учетом отведенного интервала времени, автоматическую оценку знаний обучаемых по результатам выполнения тренировочных упражнений и тестовых вопросов и т.д.;
- полное протоколирование работы обучаемых, что позволяет воспроизвести любой сеанс работы КТК;
- изменение масштаба времени (реальное время, ускорение медленных процессов, замедление быстропротекающих процессов).

Внедрение: разработанная информационная технология создания КТК реализована для обучения операторов технологического процесса уничтожения химического оружия в ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт органической химии и технологий» и в Саратовском военном институте радиационной, химической и биологической защиты.

Контакты: лаборатория «Систем поддержки принятия решений»
(зав. лаб. — д.т.н. Г.С. Вересников).

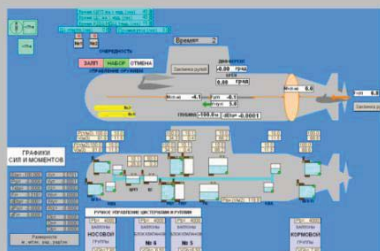
7.5. ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС «РДС» ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ СТЕНДОВ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Инструментальный программный комплекс РДС (Расчет Динамических Систем) является одним из немногих отечественных программных комплексов, которые успешно применяются в задачах управления. Ближайшими аналогами комплекса РДС можно считать известные программные продукты MATLAB, LabView, MBTU.

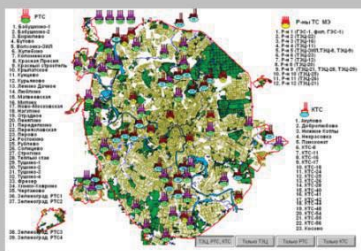
Комплекс РДС предназначен для проектирования, исследования, анализа и моделирования сложных динамических систем, но область применения РДС не ограничена только техническими системами. В последние годы РДС был применен в задачах моделирования бизнес-процессов.



Инструментальная среда РДС общего назначения для анализа, синтеза и отладки алгоритмического и программного обеспечения СУ



Управление движением морских судов и специальных аппаратов



Автоматизация решения задач управления городским хозяйством

Одна из немногих открытых систем отечественной разработки (типа известных комплексов MATLAB, LabView, MBTU).

К основным достоинствам РДС (Расчет Динамических Систем) относятся:

1. Возможность наглядного отображения процессов с использованием графиков, мультипликации и т.п.
2. Создание автокомпилируемых блоков на синтаксисе языков высокого уровня.
3. Наличие видимых и невидимых слоев при создании и исследовании систем управления.
4. Удобные средства взаимодействия подсистем по шинам.
5. Групповое изменение характеристик блоков.
6. Возможность подключения нескольких компьютеров в общую сеть и обмена расчетными данными между ними.
7. Возможность исследования процессов в разных временных масштабах и осуществления связи с реальным объектом.
8. Наличие встроенных алгоритмов анализа и синтеза систем управления (оптимизация, частотные методы, фильтрации и т.п.)

Демонстрационная версия программного комплекса РДС на сайте ИПУ РАН

Использование РДС позволяет:

- создавать и модифицировать модели сложных динамических систем без привлечения высококвалифицированных программистов;
- сократить в несколько раз сроки и до 50% стоимости разработки таких технических объектов, как пульты операторов, тренажеры и исследовательские стенды.

РДС включен в состав преподаваемых дисциплин ряда профильных высших учебных заведений.

Внедрение: программный комплекс использовался для изучения и синтеза алгоритмов движения морских объектов в ОАО ЦКБ МТ «Рубин» и в ОАО «ЦКБ по СПК им. Р.Е. Алексеева», моделирования систем автоматического управления (САУ) энергетической установкой, САУ подводной лодкой, нейтронной мощностью небольшого ядерного реактора, технологической линией (конвейером), сетью теплоснабжения г. Москвы и др.

Контакты: лаборатория «Инфраструктурных систем»
(зав. лаб. — к.т.н. А.А. Рошин).

7.6. ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЙ

Задачи теории расписаний и объемно-календарного планирования, возникающие при решении практических задач планирования и управления комплексами взаимосвязанных операций при ресурсных ограничениях, являются чрезвычайно сложными. Одним из подходов, позволяющим понизить сложность указанных задач, является выделение частных случаев задач, нахождения их эквивалентных хорошо изученных постановок и построения алгоритмов решения, которые являются эффективными при исследовании возникающих на практике задач большой размерности. Информационная технология календарного планирования и составления расписаний базируется на методе изменения параметров, который позволяет находить приближенное решение с минимальной абсолютной погрешностью целевой функции в области допустимых решений для задач объемно-календарного планирования.

Примером реализации такого подхода может служить информационная система календарного планирования подготовки космонавтов, которая реализована в рамках договора о сотрудничестве между Институтом и Центром подготовки космонавтов им. Ю.А. Гагарина.

Подготовка космонавтов – длительный, дорогостоящий и технически сложный процесс, включающий в себя комплекс мероприятий, направленных на формирование и поддержание у космонавтов совокупности определенных знаний, навыков и умений, необходимых для надежного и безопасного выполнения программы космического полета. В связи с большим количеством «ручного» труда оперативное изменение плана подготовки приводит к значительным трудозатратам.

First Previous 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 Next Last

#	Наименование	Бортовой комплекс id	Тип	Родитель	w	d	h	С точностью до недели	С точностью до дня	С точностью до часа	
503	ПЗ ОЗН	1			0	0		☐	☐	☐	Удалить
504	Л ОС	1	3	503	0	0		☐	☐	☐	Удалить
505	Л О	1	3	504	0	0		☐	☐	☐	Удалить
506	Л СБС	1	3	505	0	0		☐	☐	☐	Удалить
507	ПЗ ОПЕР	1		506	0	0		☐	☐	☐	Удалить
508	Л ОЗН БИ2	1	3	507	0	0		☐	☐	☐	Удалить

Разрабатываемый программно-аппаратный комплекс позволяет автоматизировать процесс составления программ и интегрированного плана-графика подготовки космонавтов и астронавтов. При разработке календарного плана система позволяет учитывать следующие ограничения:

- выполнение учебного плана для каждого космонавта до запланированного старта;

- выполнение норм трудового дня и физиологических норм проведения тренировок;
- порядок изучения бортовых комплексов и входящих в них дисциплин;
- ограничения на количество доступных тренажеров для проведения тренировок;
- занятость преподавателей и классов;
- временные ограничения на проведение сезонных и пр. занятий;
- учет необходимости проведения индивидуальных или групповых занятий в составе экипажа.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	W-1-D-1	W-1-D-2	W-1-D-3	W-1-D-4	W-1-D-5				W-2-D-1	W-2-D-2	W-2-D-3	W-2-D-4	W-2-D-5		W-3-D-1	W-3-D-2	W-3-D-3	W-3-D-4	W-3-D-5	
2	Т ПЗ ОПР 881	Т Л ОС 881 БИ	Т Л О 881 БИ	Т ПЗ ОПР 882	Т К 881 БИ				Т 3 961 БИ	Т СУВ К Л	Т СУВ К 926 БИ	Т СУВ К 928	Т Л С Н Т Р А Б		Т ПЗ 945 БИ	Т К 945 БИ	Т С Н О С 951	Т СУВ К Л Б У	Т СУВ К Л А Р 961	
3																				
4	Фин-ра 2	Т Л ОБЩ СМД 904	Т Л ФОРМАТ	Т ПЗ ТД 913	Т СУВ К Л				Т Л 918 БИ	Т СУВ К 924	Фин-ра 4	Т Л ОБЩ СМД 935	Т Л Н С Н Т Р 941	Т С О С К Л	Т К 947 БИ	Т Л Н С К 1136	Фин-ра 5	Т СУВ К Л О У		
5																				
6																				
7																				
8	Обед 0	Обед 0	Обед 0	Обед 0	Обед 0				Обед 0	Обед 0	Обед 0	Обед 0	Обед 0	Обед 0	Обед 0	Обед 0	Обед 0	Обед 0	Обед 0	
9	Англ.з 410	Т Л ИСП 508	Т Л С С К 890 БИ	Т С 890 БИ					Т СУВ К С Д 920	Англ.з 432		Т Л Л О У П Р 937	Т Л У П Р А В Л Е Н	Англ.з 434	Т ПЗ 1142 БИ	Т СУВ К Л	Т Л 1143 БИ			
10																				
11																				
12	Фин-ра 1	Англ.з 409	Т Л П В К 910	Т СУВ К Л					Англ.з 411	Фин-ра 3		Т Л НАЗНА 1133	Т Л О Р Г А Н И З	Англ.з 413	Фин-ра 5		Т К П Р Д С Т Р А			
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19	3 блок																			
1	Т ПЗ ОПР 884	Т Л ОС 884 БИ	Т Л О 884 БИ	Т ПЗ ОПР 882	Т К 884 БИ				Т 3 962 БИ	Т СУВ К Л	Т СУВ К 927 БИ		Т Л С Н Т Р А Б		Т ПЗ 946 БИ	Т К 950 БИ		Т СУВ К Л Б У	Т СУВ К Л А Р 961	
2																				
3																				
4	Англ.з 540	Т Л ОБЩ СМД 930	Т Л ФОРМАТ	Т ПЗ ТД 913	Т СУВ К Л				Т Л 928 БИ	Т СУВ К 925	Фин-ра 119	Т Л ОБЩ СМД 930	Т Л Н С Н Т Р 942	Т С 948 БИ	Т Л Н С К 1140	Фин-ра 142	Т СУВ К Л О У			
5																				
6																				
7																				
8	Обед 0	Обед 0	Обед 0	Обед 0	Обед 0				Обед 0	Обед 0	Обед 0	Обед 0	Обед 0	Обед 0	Обед 0	Обед 0	Обед 0	Обед 0	Обед 0	
9	Англ.з 545	Т Л ИСП 507	Т Л С С К 890 БИ	Т С 890 БИ					Т СУВ К С Д 931	Англ.з 548		Т Л Л О У П Р 938	Т Л У П Р А В Л Е Н	Англ.з 550	Т ПЗ 1142 БИ	Т СУВ К Л	Т Л 1143 БИ			
10																				
11																				
12	Фин-ра 137	Фин-ра 138	Т Л П В К 911	Т СУВ К Л					Фин-ра 140	Англ.з 547		Т Л НАЗНА 1134	Т Л О Р Г А Н И З	Англ.з 549	Фин-ра 141		Т К П Р Д С Т Р А			
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19	3 блок																			
1	Т Л ОБЩ ПРД	Т Л НАЗНА 911	Т ПЗ ТРАВЛ П 912		Т СУВ К Л Г Р А К				Т СУВ К Л П Т В	Т СУВ К Л ПЗ Н И 42	Т СУС Л И Ш С 1074	Т СУС ПЗ Н И 42	Т СУВ С Л П Д У		Т СУВ С Л П Б У	Т СУВ С Л ПЗ Н И 2	Т Л 1148 БИ 913	Т КОС П 1170		
2																				
3					Т К 933 БИ															
4	Англ.з 082	Фин-ра 273	Т ПЗ ОПР ПЗ Н И 2	Т 2 963 БИ	Т СУВ К Л ПЗ Н И 2				Фин-ра 270						Т СУВ С Л К А Р		Фин-ра 277	Т С О Т Р ПЗ		
5																				
6																				
7																				
8																				
9	Обед 0	Обед 0	Обед 0	Обед 0	Обед 0				Обед 0	Обед 0	Обед 0	Обед 0	Обед 0	Обед 0	Обед 0	Обед 0	Обед 0	Обед 0	Обед 0	
10	Т Л О В И 883	Т Л О ПЗ БИ 884	Т 3 934 БИ	Т Л Н И 41 953	Т СУВ К Л ПЗ Н И 42				Англ.з 083	Т СУС Л Н И 42		Т СУВ С Л П О П		Англ.з 085		Т П С Л ОБЩ СМД	Т КОС П С Л О С			
11																				
12																				
13	Фин-ра 081	Фин-ра 082	Фин-ра 083	Фин-ра 084	Фин-ра 085				Фин-ра 086						Фин-ра 087	Фин-ра 088	Фин-ра 089	Фин-ра 090	Фин-ра 091	

Программный комплекс является многопользовательским, каждый модуль работает независимо от других, а точкой обмена информации между ними является база данных, основанная на PostgreSQL. Для комфортной работы пользователя Web-портал включает в себя настройку системы, общий список занятий, ресурсов и тренажеров, установку связей между группами занятий, а также позволяет формировать граф предшествования и строгого следования занятий.

Существует возможность моделировать и тестировать различные сценарии из реальной жизни независимо друг от друга. Ядро системы основано на современном аппарате математического моделирования (целочисленное линейное программирование и программирование в ограничениях). Подсистема отображения преобразует результат математического ядра в удобный для эксперта, принимающего решение, вид.

Внедрение: 1С, РЖД, Якутский университет и ряд других.

Контакты: лаборатория «Теории расписаний и дискретной оптимизации»
(зав. лаб. – д.ф.-м.н. А.А. Лазарев).

7.7. СВЕРХВЫСОКОСКОРОСТНЫЕ БЕСПРОВОДНЫЕ САМООРГАНИЗУЮЩИЕСЯ ГИБРИДНЫЕ MESH-СЕТИ МИЛЛИМЕТРОВОГО И ОПТИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНОВ ВОЛН

Непрерывный экспоненциальный рост трафика в компьютерных сетях, связанный с появлением таких технологий как интернет вещей, виртуальная и дополненная реальность, а также новых сервисов передачи мультимедийных данных от социальных сетей до различных сервисов передачи потокового видео и данных межмашинного взаимодействия (M2M), требует разработки сверхвысокоскоростных сетей доступа к информационным ресурсам в рамках концепции создания сетей следующего поколения 5G. Такие разработки интенсивно ведутся в исследовательских центрах передовых стран мира. Создан консорциум Telecom Infra Project (TIP), включающий такие фирмы как Microsoft, Intel, Samsung, Broadcom и др., одним из основных направлений работ которого является создание опорных сетей в миллиметровом диапазоне радиоволн со скоростью трансляции информации 10 Гбит/с и выше. Разработку чипов для базовых станций в миллиметровом диапазоне ведут такие компании, как Intel и Qualcomm, а Facebook запускает проект Terragraph, цель которого – создание MESH-сети в V-диапазоне (60 ГГц) в крупных густонаселенных городах. Следует отметить, что большинство существующих инициатив еще находятся на стадии разработки и предполагают использование технологии связи IEEE 802.11ad, предназначенной изначально для создания локальных высокоскоростных сетей.

В отличие от описанных разработок в Институте ведется разработка теоретических основ проектирования, технологии построения и реализация макетных образцов распределенных гибридных самоорганизующихся MESH-сетей, обеспечивающих возможность надежной трансляции информации по каналам миллиметрового E-диапазона радиоволн (71-76, 81-86 ГГц), которые резервируются каналами оптического диапазона (инфракрасный диапазон), а гибридные базовые станции, реализуемые с поддержкой облачных и туманных технологий (cloud and fog computing), обеспечивают автоматический выбор частотного диапазона (миллиметрового, сантиметрового и оптического). В рамках предложенного подхода базовые станции сети не ограничены единственным диапазоном частот, а могут использовать любой из доступных открытых безлицензионных диапазонов радиосвязи в зависимости от текущих потребностей, конфигурации сети и условий случайной среды.

Помимо увеличения надежности и скорости передачи данных этот подход позволяет существенно повысить эффективность использования радиоресурсов, что особенно важно в современных городах, где уже развернуто большое число различных беспроводных сетей. Наряду с предоставлением средств надежной, высокоскоростной передачи данных гибридная MESH-сеть (рис. 1) также предоставляет услуги высокоскоростных распределенных (туманных) вычислений.

Туманная вычислительная система используется как для управления самой сетью, так и для выполнения других приложений, необходимых операторам связи и пользователям.

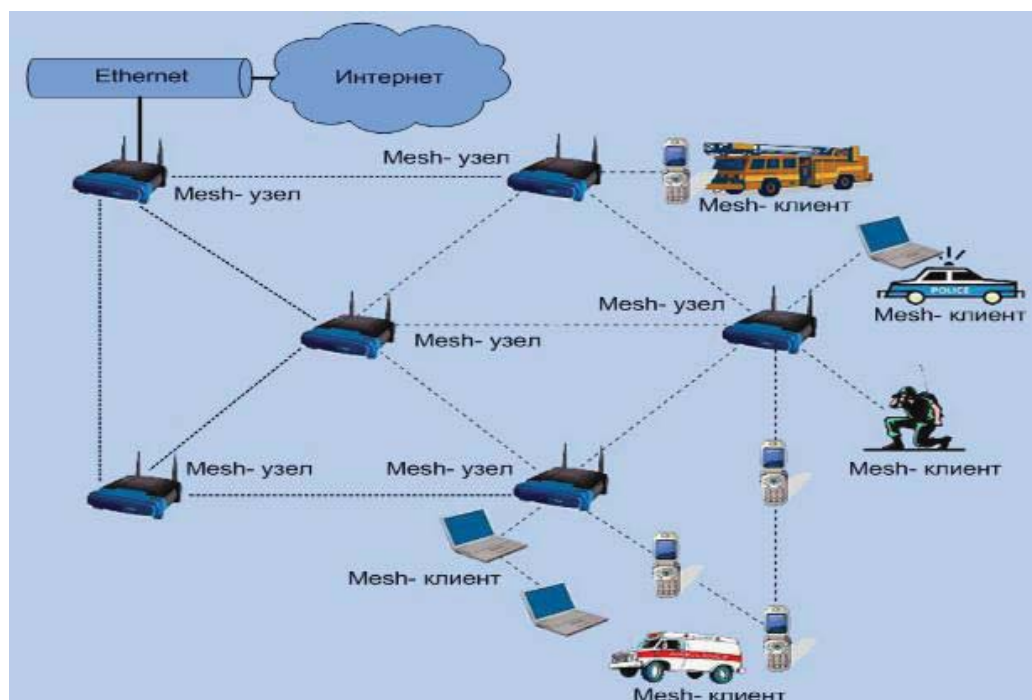


Рис. 1. Гибридная MESH-сеть

В частности, это могут быть файерволы, фильтры сетевых пакетов, узлы сетей доставки контента (CDN), различные приложения для IoT или интеллектуальных транспортных систем. При наличии большого числа узлов, сеть может быть использована для обработки больших данных (BigData). В предлагаемой сети реализуется гибридное управление. В основном режиме управление будет осуществляться с помощью контроллеров, выполняемых в распределенной вычислительной среде (т.е. сеть будет программно-определяемой, SDN). Этот подход позволяет наиболее эффективно управлять настройками сети и распределением ее ресурсов, упростить и повысить эффективность интеграции с другими сетями. При недоступности туманной среды (подключение новой станции) сеть также сможет работать автономно, используя протоколы распределенных радиоресурсов, маршрутизации и доступа к каналу. Разрабатываемые самоорганизующиеся MESH-сети имеют широкое применение для создания корпоративных сетей трансляции конфиденциальной информации органов государственной власти, банковской и медицинской информации, а также реализации сверхвысокоскоростного доступа к информационным ресурсам в рамках проекта 5G и систем управления воздушными беспилотными аппаратами и наземными роботами.

Контакты: лаборатория «Телекоммуникационных систем»
(зав. лаб. – д.т.н. В.М. Вишневский).

7.8. ОПТОВОЛОКОННАЯ СИСТЕМА ОХРАНЫ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Впервые в мировой практике контур обработки целевой информации системы охраны магистральных трубопроводов, функционирующей на основе квантового когерентного волоконно-оптического рефлектометра, был построен на основе глубокой нейронной сети. Нейросетевое решение было интегрировано в первичный классификатор сигналов. Система была натренирована на высокоэффективное распознавание следующих классов событий: 0 – Фон; 1 – Утечка; 2 – Лопата; 3 – Экскаватор; 4 – Сверление; 5 – Сварка; 6 – Шлифовка. Интегральные спектры сигналов приведены на рисунке 1.

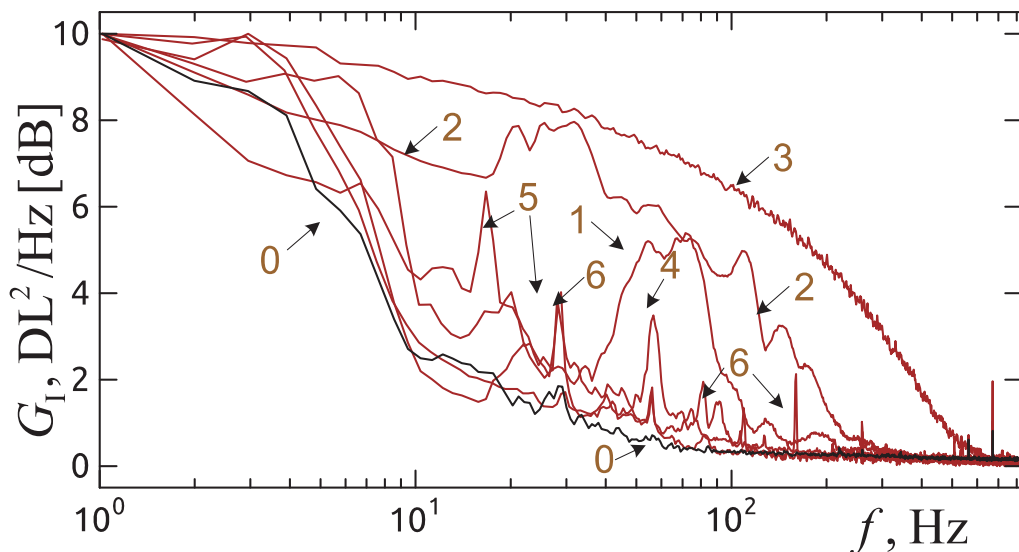


Рис. 1. Интегральные спектры сигналов

Квантово-когерентный волоконно-оптический рефлектометр функционирует на основе рассеивания Релея. Когерентная рефлектограмма обладает высокой чувствительностью к механическим воздействиям на волокно (обнаруживаются «шевеления» от 30 нм). На основе анализа время-частотных и пространственных характеристик локальной модуляции интенсивности когерентной рефлектограммы возможно построение алгоритмов для обнаружения и классификации источников возмущений вибрационно-акустического поля вблизи охранной зоны контролируемых объектов.

Следует отметить, что разработку системы осложнял ряд критических проблем, впоследствии успешно решенных, в том числе:

- девиация локальной температуры чувствительного элемента датчика вызывающая паразитную модуляцию рефлектограммы;

- девиация фазы (частоты) излучения лазера вызывающая спонтанное появление и исчезновение локальных участков временной нечувствительности сенсора;
- большое разнообразие и нестационарность потенциально возможных сигнальных портретов распознаваемых событий требующее особых подходов к формированию словарей для идентификации событий;
- широкая вариативность и нестационарность механоакустических свойств среды залегания сенсора приводящие к существенному изменению частотных характеристик сигнальных портретов распознаваемых событий.

Перечисленные факторы, наряду с интенсивными сигналоподобными помехами, формируют весьма сложную сигнально-помеховую обстановку, в условиях которой вынуждены функционировать алгоритмы распознавания событий. Дополнительным осложняющим фактором являются весьма жесткие требования, принятые в системах мониторинга и охраны ответственных объектов, на уровень ошибок первого и второго рода при принятии решений, связанных с обнаружением и классификацией событий в охраняемой зоне.

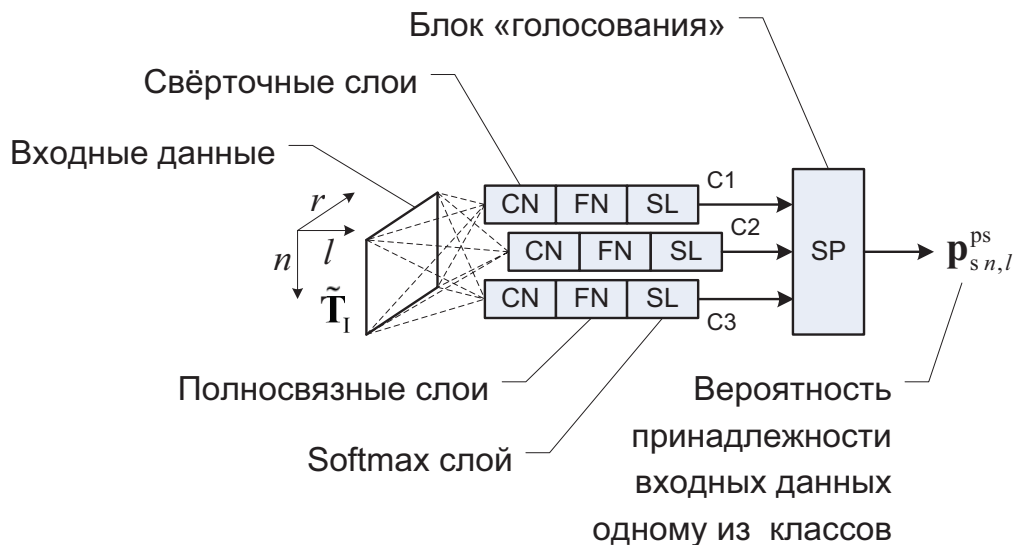


Рис. 2. Структурная схема системы

Таким образом, алгоритмы распознавания событий для качественного и устойчивого функционирования должны обладать существенной глубиной адаптации. Обеспечить эти требования в рамках классических методов синтеза алгоритмов обнаружения сигналов весьма проблематично. Более того, как показали тестовые исследования, ряд алгоритмов машинного обучения также плохо справляются с подобной задачей. Поэтому для решения данной проблемы при построении реальной системы были применены методы глубокого обучения на основе ансамбля сверточных нейронных сетей. Структурная схема системы приведена на рис. 2.

В итоге получено высокое качество обнаружения и распознавания полезных сигналов первичным классификатором. На тестовом наборе данных (не входящем в обучающее множество) классификатор выдает следующие значения правильно распознанных блоков данных: 91.80 % – Фон; 79.24 % – Утечка; 91.30 % – Лопата; 97.08 % – Экскаватор; 89.80% – Сверление; 94.40% – Сварка; 94.80 % – Шлифовка. Отметим, что предыдущие решения (по утечке) давали менее 45 % правильно распознанных блоков данных.

В целом, проект характеризуется следующими показателями: 3 реальных географически разнесенных трубопровода; 6 классов различаемых сигналов (плюс «Фон»); 14 месяцев активных экспериментов для формирования библиотеки сигналов и помех; 56 помеховых подклассов; 70 ТБ «сырых» данных. Величина интегральной F1-меры синтезированного классификатора на тестовых данных: более 0.91. Один из ключевых факторов успеха – успешный синтез быстродействующего алгоритма адаптивной предварительной фильтрации помех и шумов, который работает по принципу «слепого фильтра». В итоге был разработан классификатор, обладающий высокими тактико-техническими характеристиками, функционирующий в режиме жесткого реального времени на обычных GPU среднего ценового класса (типа NVIDIA GeForce 1070).

Внедрение: ПАО «Транснефть», система находится в промышленной эксплуатации и контролирует магистральный нефтепровод протяженностью свыше 2 500 км.

Контакты: лаборатория «Вычислительной кибернетики»
(зав. лаб. – к.т.н. А.В. Макаренко).

7.9. СИСТЕМА КОНТРОЛЯ НАЛИЧИЯ И ПРАВИЛЬНОСТИ НОШЕНИЯ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ПЕРСОНАЛОМ

Разработан прототип и апробирован подход к формированию аппаратно-программного конвейера обработки видеоданных, решающего задачи автоматизации контроля наличия и правильности ношения средств индивидуальной защиты персоналом в сложных условиях съемки камерами видеонаблюдения. Предложенное решение базируется на нейросетевых алгоритмах и гибко настраивается на конкретные условия и задачи, в том числе при формировании оперативных оповещений. Подход продемонстрирован на примере распознавания медицинских масок на рис. 1.



Рис. 1. Пример распознавания медицинских масок

В основу решения входит: автоматизированная система разметки для обучения детектора на основе AlphaPose, нейросетевой детектор YOLOX, система трекинга ByteTrack и классификатор на основе легковесной CNN, на вход которого подаются минитреки лиц людей по 8 кадров.

Применение нейронной сети оценки поз позволяет по полученным координатам объектов выработать правила, согласно которым производится автоматизированная разметка датасета. Важно отметить, что подобный подход отрабатывает сложные случаи, такие как: перекрытие человека частями интерьера или другими людьми, скопления людей, разнообразные углы съемки на рис. 2.

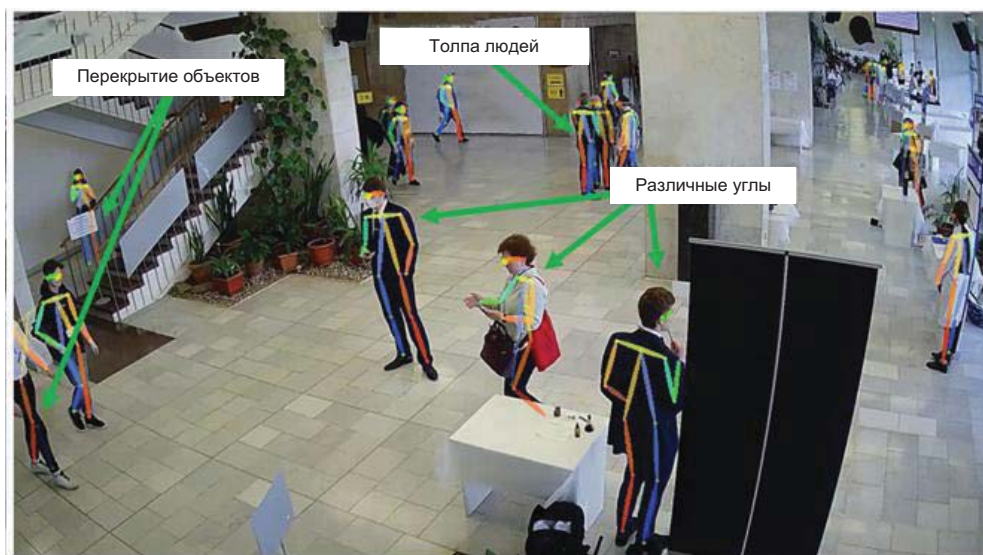


Рис. 2. Пример сложного случая распознавания

Собранный датасет представляет собой более 260 000 минитреков в условиях расфокусировки, «смаза изображений» и шумов видеокамер вызванных низким уровнем освещенности и прочее на рис. 3.

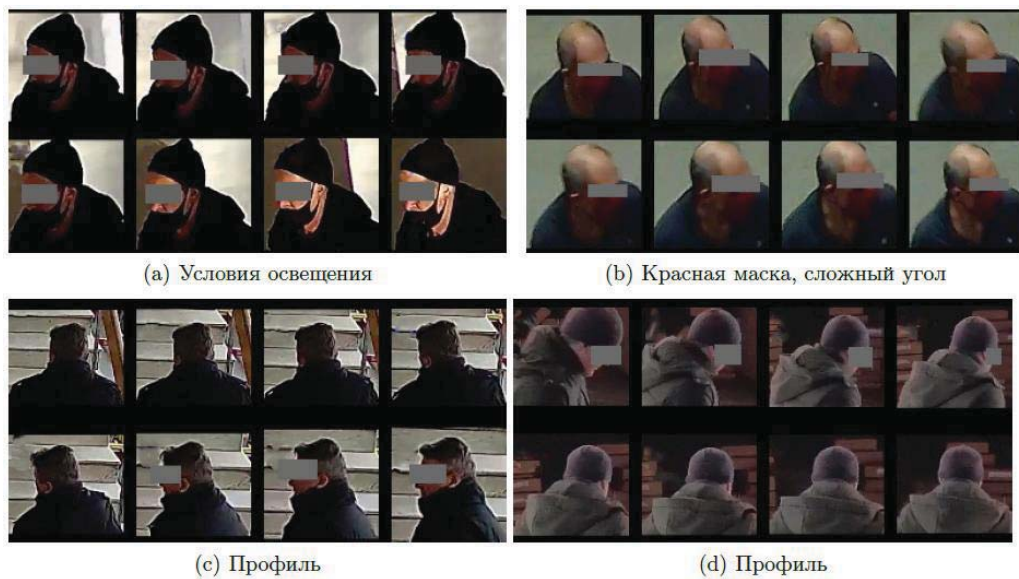


Рис. 3. Фрагменты датасета

В указанных сложнейших условиях достигнуто качество классификации по метрике $F_1 = 0.86$ для определения наличия и $F_1 = 0.79$ для определения правильности ношения маски.

Output Class	A	14870 93%	920 12%	398 12%	73 65%
	B	699 4%	6303 80%	603 18%	12 11%
	C	483 3%	661 8%	2363 70%	27 24%
	D	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%
		A	B	C	D
		Target Class			

(a) Классификация наличия маски. (A) – “Не лицо”, (B) – “Маска”, (C) – “Маски Нет”, (D) – “Невозможно определить наличие маски”.

Output Class	E	2998 84%	818 19%	224 44%
	F	559 16%	3398 80%	268 53%
	G	7 0%	11 0%	14 3%
		E	F	G
		Target Class		

(b) Классификация правильности ношения маски. (E) – “Маска неправильно”, (F) – “Маска правильно”, (G) – “Невозможно определить правильность ношения маски”.

Рис. 4. Матрицы ошибок

Внедрение: Прототип системы был протестирован на данных полученных с камер видеонаблюдения, установленных на территории ИПУ РАН.

Контакты: лаборатория «Вычислительной кибернетики»
(зав. лаб. – к.т.н. А.В. Макаренко)

7.10. СИСТЕМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ВИДЕОАНАЛИТИКИ, РЕШАЮЩЕЙ ЗАДАЧИ ТОЧНОГО СВИНОВОДСТВА НА ЭТАПЕ ОТКОРМА

Прототип разработан и апробирован подход к формированию аппаратно-программного конвейера обработки видеоданных, решающего основные задачи точного свиноводства на этапе откорма. Конвейер реализует три уровня задач: предварительная обработка видеопотока, низкоуровневые аналитические операции, высокоуровневые аналитические операции.

Базовая схема предварительной обработки приведена на рис. 1.

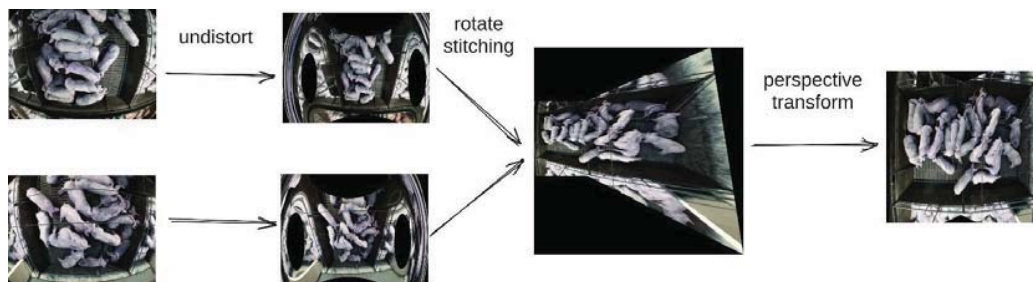


Рис. 1. Базовая схема предварительной обработки

Основополагающими задачами низкоуровневой аналитики видео являются: операция сегментации экземпляров (комбинация операций локализации и семантической сегментации) и оценивание плотности распределения объектов в кадре, (см. рис. 2). Низкоуровневая аналитика также может расширяться операциями треккинга, оценивания кинематических параметров объектов и их массы и т.п.

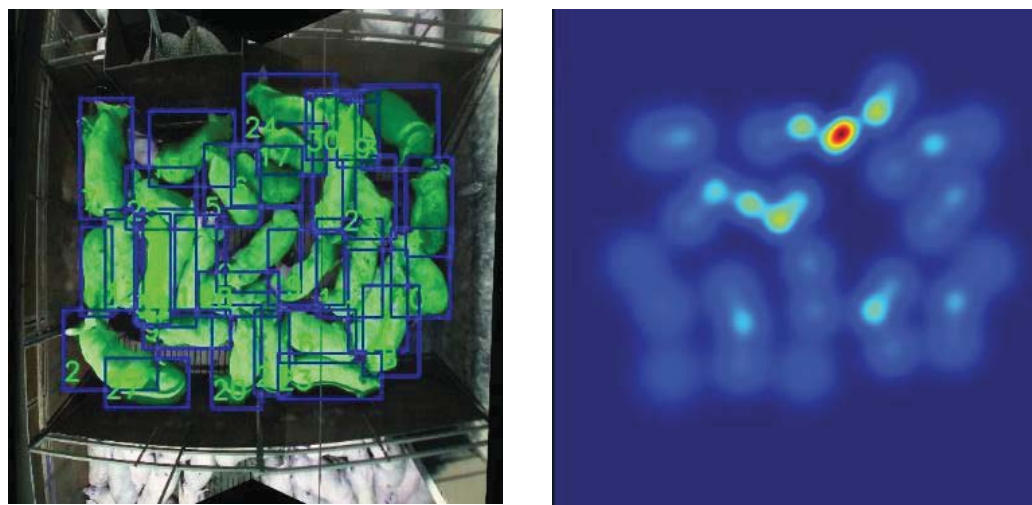
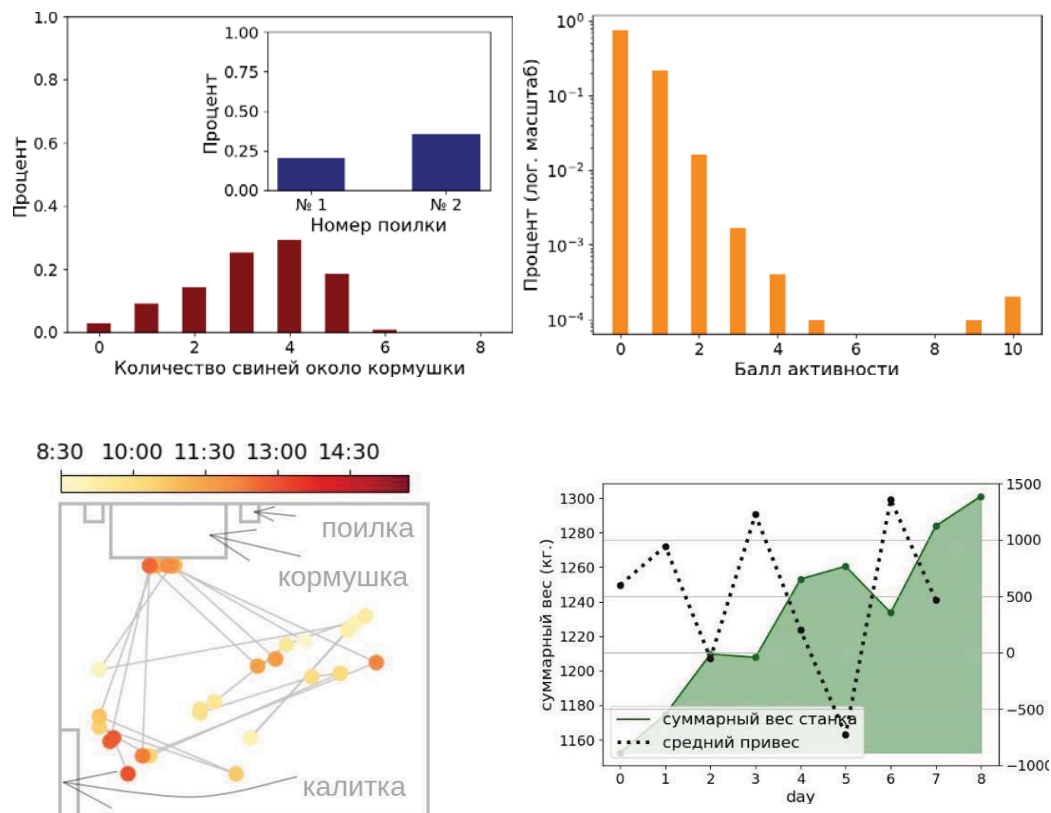


Рис. 2. Примеры задач низкоуровневой аналитики видео

В состав аналитических задач высокого уровня включаются следующие базовые операции: подсчет числа животных, оценивание состояния кормушек и поилок, анализ поведенческих паттернов животных, оценивание активности и массы животных, приведенные на примерах ниже.



Предложенное решение базируется на нейросетевых алгоритмах и гибко настраивается на конкретные условия и задачи, в том числе при формировании оперативных оповещений персонала. Кроме того, архитектурно в систему заложена возможность интеграции дополнительных сенсорных и учетных данных из других систем свиного комплекса.

Подход продемонстрирован при решении некоторых задач на этапе откорма. Показано, что система имеет ряд конкурентных преимуществ, в том числе устойчиво функционирует в условиях высокой плотности размещения животных.

Внедрение: Прототип системы был протестирован на данных, полученных с промышленной свинофермы компании ГК «Агробелогорье».

Контакты: лаборатория «Вычислительной кибернетики»
(зав. лаб. – к.т.н. А.В. Макаренко)

7.11. СИСТЕМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ВИДЕОАНАЛИТИКИ, РЕШАЮЩЕЙ ЗАДАЧИ АВТОМАТИЧЕСКОГО ОБНАРУЖЕНИЯ ПАДЕЖА КУР НЕСУШЕК В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ПТИЧНИКА

Разработан демонстратор и апробирован алгоритм для автоматического обнаружения факта падежа кур несушек в клетках содержания в условиях реальной промышленной птицефермы по видеоданным в видимом и ближнем ИК диапазонах. Схема решаемой задачи приведена на рисунке 1.

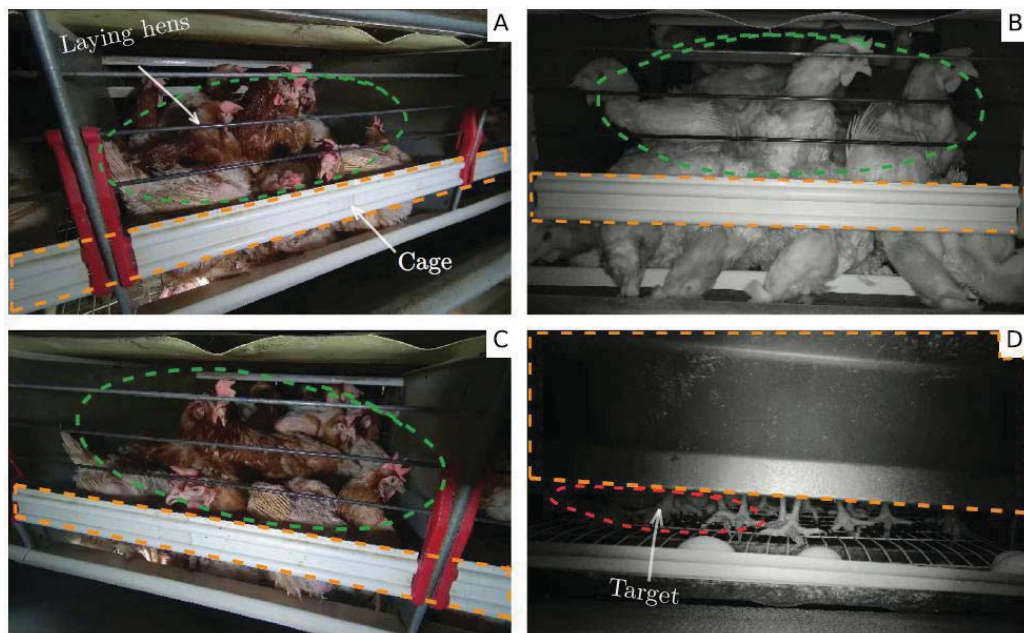


Рис. 1. Схема решения задачи автоматического обнаружения факта падежа кур несушек в клетках содержания

Алгоритм базируется на комбинации обученного нейросетевого детектора и высокоуровневого правила принятия решения. Достигнута базовая точность решения в 90.0% верного определения падежа на тестовой выборке (без пересечения с обучающей выборкой).

Внедрение: Демонстратор системы был протестирован на данных, полученных с промышленного птичника компании ООО «Беянка».

Контакты: лаборатория № 77 «Вычислительной кибернетики»
(зав. лаб. – к.т.н. А.В. Макаренко)

7.12. СИСТЕМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ВИДЕОАНАЛИТИКИ, РЕШАЮЩЕЙ ЗАДАЧИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ СТЕПЕНИ СПЕЛОСТИ ПЛОДОВ ТОМАТОВ

Разработан прототип и апробирован алгоритм для автоматической классификации степени спелости плодов томатов по цветным видеоданным в видимом диапазоне (см. рис. 1).

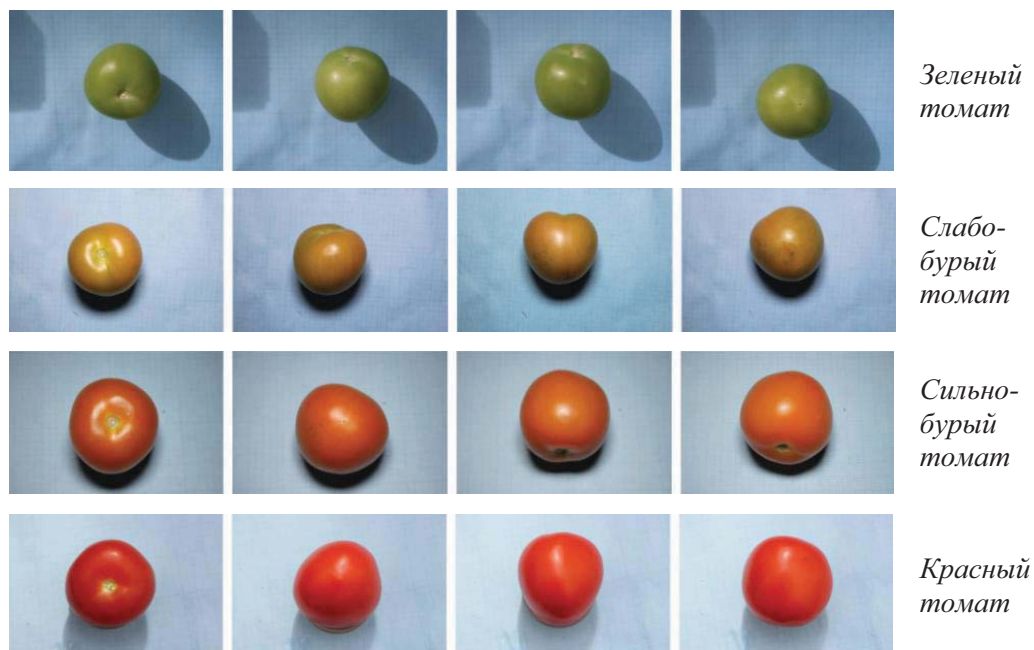


Рис. 1. Классы спелости томатов по цветным видеоданным

Алгоритм адаптируется к изменению освещенности (интенсивности и цветовой температуры), а также гибко настраивается на произвольную шкалу оценивания спелости (в качестве референсной используется шкала ГОСТ). Распределение оценок спелости плодов томатов в параметрическом пространстве «цвет-насыщенность» приведено на рис. 2.

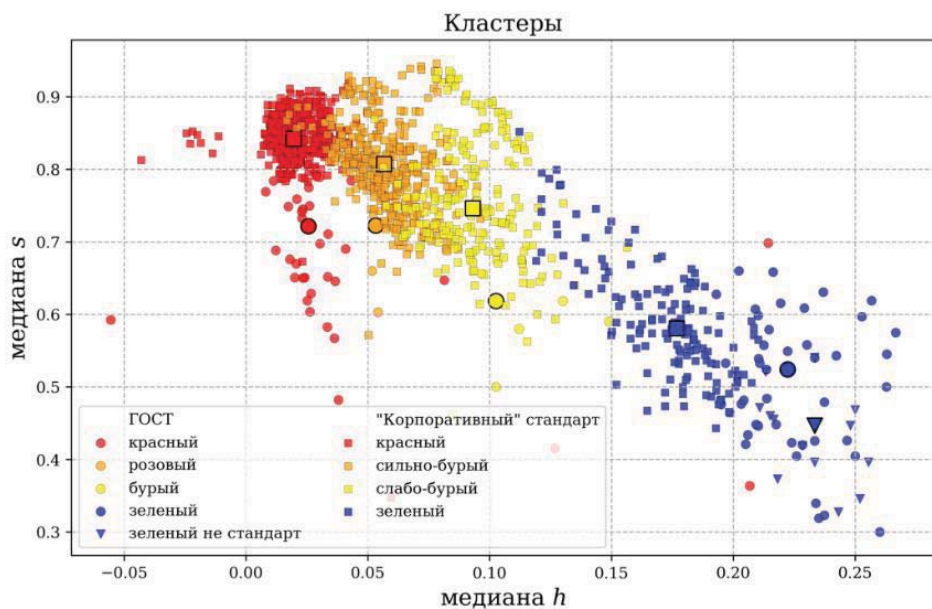


Рис. 2. Распределение оценок спелости плодов томатов в параметрическом пространстве «цвет-насыщенность»

Решение базируется на комбинации обученного классификатора и высокоуровневого правила принятия решения (см. рис. 3).

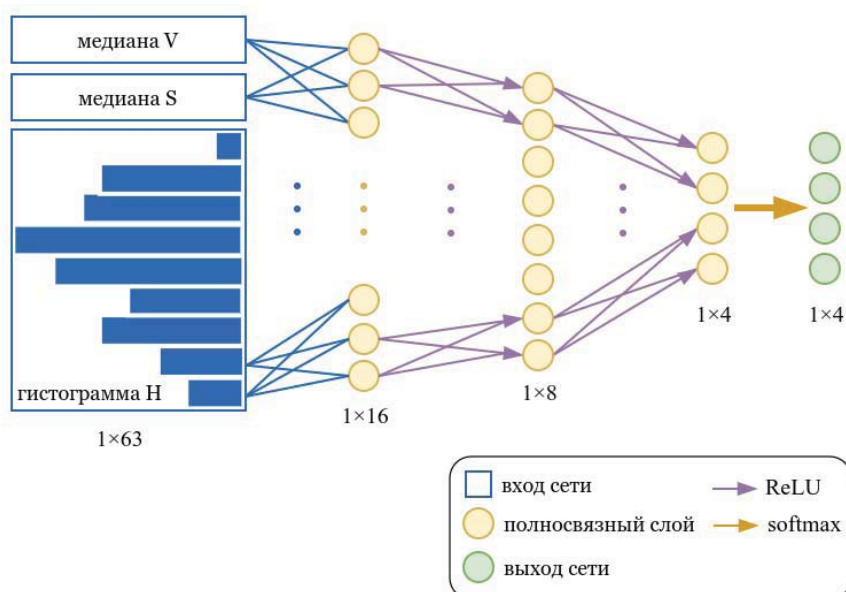


Рис. 3. Комбинация обученного классификатора и высокоуровневого правила принятия решения

Достигнута базовая точность решения в 93,4% верного определения степени спелости плодов томатов по одной фотографии. Матрица ошибок приведена на рис. 4.

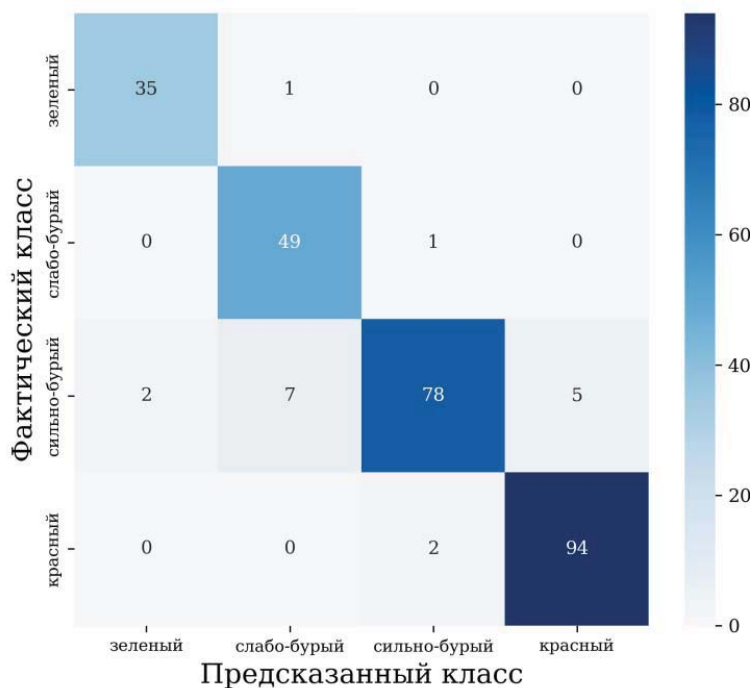


Рис. 4. Матрица ошибок

Внедрение: Прототип системы был протестирован на данных, полученных с промышленной теплицы компании ООО «ТК ЮгАгрохолдинг».

Контакты: лаборатория «Вычислительной кибернетики»
(зав. лаб. – к.т.н. А.В. Макаренко)

7.13. СИСТЕМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ВИДЕОАНАЛИТИКИ, РЕШАЮЩЕЙ ЗАДАЧИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СЕГМЕНТАЦИИ ЛИСТЬЕВ ТОМАТОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИРОСТА БИОМАССЫ

Разработан демонстратор и апробирован подход к формированию аппаратно-программного конвейера обработки видеоданных, решающего задачи автоматической сегментации листьев томатов и определения прироста биомассы в условиях промышленных теплиц. Образец входных данных приведен на рис. 1.



Рис. 1. Образец входных данных

Конвейер реализует три уровня задач: предварительная обработка фотоданных, низкоуровневые аналитические операции, высокоуровневые аналитические операции.

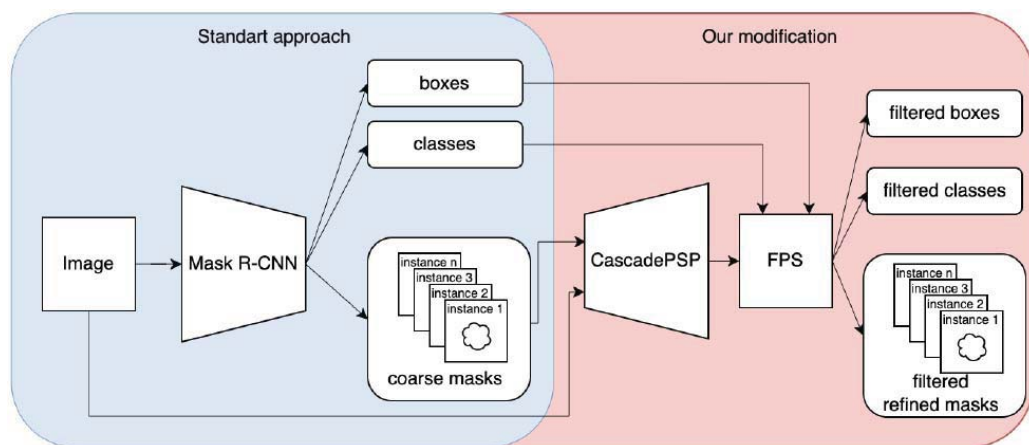


Рис. 2. Основные операции низкоуровневой аналитики фотоданных

Центральными операциями низкоуровневой аналитики фотоданных являются: сегментация экземпляров (комбинация операций локализации и семантической сегментации) и построение остовных моделей объектов в кадре. Для повышения качества сегментирующих масок, применяется дополнительная обработка (см. рис. 2).

В состав аналитических задач высокого уровня включаются следующие базовые операции: подсчет числа листьев, определение площади поражения листовой пластинки, определение линейных размеров листа, определения характеристик прироста биомассы.

Предложенное решение базируется на нейросетевых алгоритмах и гибко настраивается на конкретные условия и задачи, в том числе при формировании оперативных оповещений обслуживающего персонала теплиц. Кроме того, архитектурно в систему заложена возможность интеграции в контур оценивания и принятия решений дополнительных сенсорных и учетных данных.

Внедрение: Прототип системы был протестирован на данных, полученных с промышленной теплицы компании ООО «ТК ЮгАгрохолдинг».

Контакты: лаборатория «Вычислительной кибернетики»
(зав. лаб. — к.т.н., А.В. Макаренко)

8. ЦЕНТРЫ КОМПЕТЕНЦИЙ ИНСТИТУТА

В период с 2018 по 2024 годы для более полного раскрытия инновационного и внедренческого потенциала Института и выхода Института на новый уровень фундаментальных и прикладных исследований и разработок моделей, методов и технологий в области управления были созданы ряд центров компетенций.

Центры функционирует на базе Института, не являются структурными подразделениями Института, не обладают статусом юридического лица и осуществляют свою деятельность в пределах полномочий, предоставляемых ему Институтом, в том числе, осуществляют координацию и взаимодействие сотрудников структурных подразделений Института, а также сотрудников сторонних организаций, взаимодействующих с Институтом, осуществляющих фундаментальные и прикладные исследования и разработки в области управления.

Главной целью создания центров является выстраивание полной инновационной цепочки от создания фундаментального задела до коммерциализации технологий и адресной подготовки специалистов в области управления.

В настоящее время в Институте функционируют следующие центры компетенций:

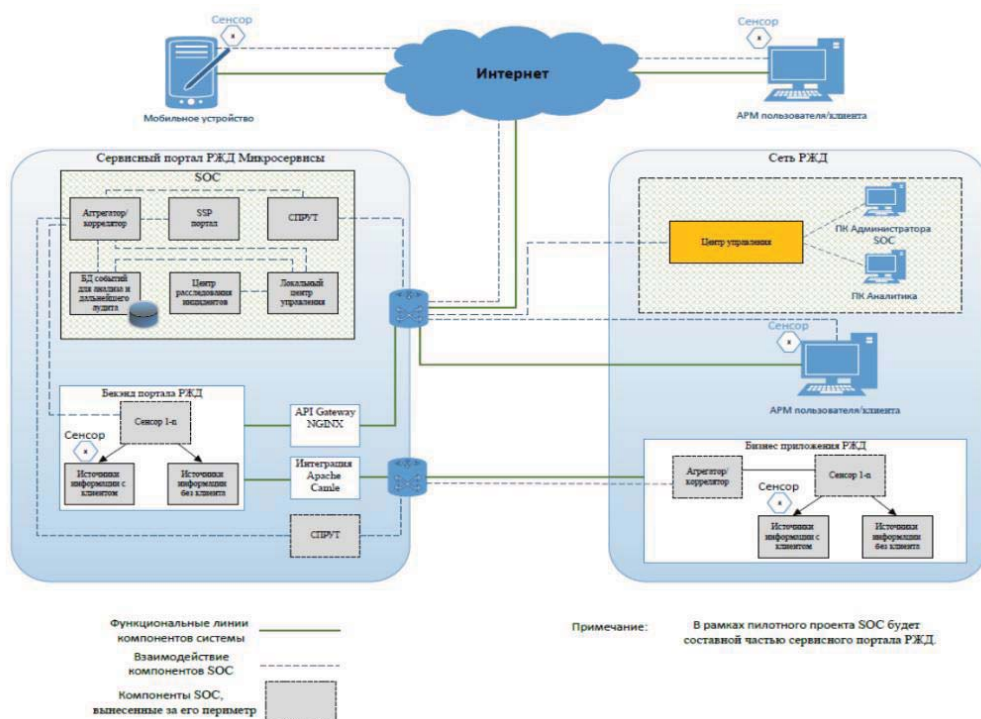
- - **Центр управления безопасностью сложных систем;**
- - **Центр интеллектуальных робототехнических систем;**
- - **Центр интеллектуальной цифровой электроэнергетики;**
- - **Центр интеллектуального цифрового сельского хозяйства;**
- - **Центр технологий искусственного интеллекта;**
- - **Центр новых информационных технологий.**

8.1. ЦЕНТР УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Центр управления безопасностью сложных систем (ЦУБСС) ИПУ РАН создан в 2018 году для более полного раскрытия инновационного и внедренческого потенциала Института и выхода Института на новый уровень фундаментальных и прикладных исследований и разработок моделей, методов и технологий в области управления безопасностью сложных систем, в том числе, с сетевой структурой:

- технологических сетей;
- киберфизических сетей;
- кибернетических сетей;
- социальных сетей.

Основой для проведения прикладных исследований и разработок, проводимых в рамках Центра, являются Технологические полигоны.



Структура Технологического полигона

Основные результаты прикладных разработок, реализованных в рамках Центра, представлены в разделе 5 (Системы безопасности) настоящего Сборника. Тем не менее, в настоящее время в Центре ведутся интенсивные исследования и по другим направлениям.

1. Исследование и разработка математических моделей процессов информационного влияния, управления и противоборства в интернет-социуме.



2. Исследование и разработка моделей, методов и технологий обнаружения признаков компьютерных атак на ранних стадиях их подготовки и прогнозирования их развития.



3. Исследование и разработка на основе го программного обеспечения (СПО) LICS (Linux Institute of Control Science), разработанного ИПУ РАН на основе свободно распространяемой операционной системы Linux доверенной интеграционной платформы, удовлетворяющей требованиям ФСТЭК и ФСБ по защите информации.



4. Проведение научных исследований в узкоспециализированных направлениях в рамках Соглашения о сотрудничестве в области обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак и реагирования на компьютерные инциденты, заключенного между ИПУ РАН и Национальным координационным центром по компьютерным инцидентам.

Контакты: заместитель директора по научной работе ИПУ РАН, заведующий лабораторией № 79 ИПУ РАН, директор ЦУБСС –
д.т.н. А.О. Калашников,
e-mail: aokalash@ipu.ru

8.2. ЦЕНТР ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Центр интеллектуальных робототехнических систем ИПУ РАН создан в 2018 году для обеспечения и развития деятельности Института в сфере разработки моделей, методов, алгоритмических, программно-аппаратных и технических средств управления и сложных информационно-управляющих систем, в том числе интеллектуальных робототехнических систем, включая архитектуру и алгоритмическое обеспечение беспилотных летательных аппаратов планерного, аэростатического и коптерного типов, автономных и телеуправляемых подводных аппаратов, надводных аппаратов, наземных колесных, гусеничных, антропоморфных и биоподобных машин, робототехнических комплексов (далее – РТК) космического и подземного назначения, колаборативной робототехники; автономное, групповое и роевое управление и взаимодействие РТК, в том числе гетерогенных;

Все экспериментальные исследования и разработки в области интеллектуальных РТК проводятся на базе полигонов различных сред. Полигон предназначен для решения задач по отработке алгоритмов автономного и группового управления робототехническими системами и комплексами. Полигон состоит из нескольких зон, предназначенных для отработки взаимодействия роботов в гетерогенной группе (воздух-земля, воздух -вода, земля-вода, воздух-земля-вода) с отработкой алгоритмов безопасного взаимодействия, алгоритмов приема-передачи, распределенного выполнения миссий.

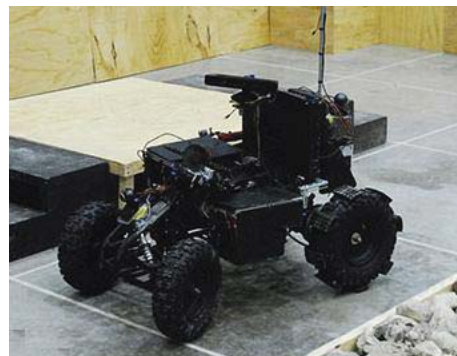
Полигон смоделирован и реализован по следующим направлениям:



1. Зона «Аэродром» предназначена для отработки задач беспилотных летательных аппаратов.

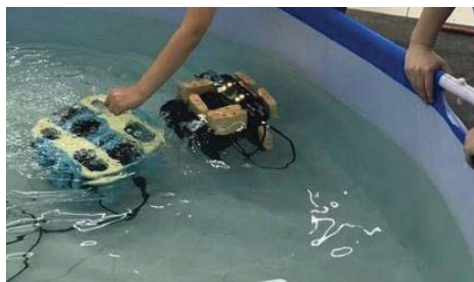
Задачи, реализуемые в «сетке» – для беспилотных летательных аппаратов: отработка алгоритмов и методов пилотирования; методы проектирования и программирования систем технического зрения; картографирование, визуальная одометрия, системы навигации и т.д.

В 2021 г. команда ИПУ РАН заняла 1 место на первом этапе конкурса ФПИ «Аэробот», а также 1-ое место на соревнованиях по управлению дронами 2022 IEEE Autonomous Unmanned Aerial Vehicles Competition,



2. Зона «Пересеченная местность» предназначена для обработки визуальных данных с целью дальнейшего принятия решений в области управления автономным мобильным робототехническим комплексом. Территория испытательного полигона построена на каркасной основе с динамически изменяемым ландшафтом. Над испытательной зоной размещены камеры видеонаблюдения для сбора и передачи визуальной информации.

Задачи, реализуемые в «Пересеченной местности»: отработка алгоритмов и методов картографирования; навигация мобильных роботов; исследование динамики и управления движением колесных роботов.



3. Зона «Малый водный кластер» оснащена бассейном для отработки задач подводной робототехники.

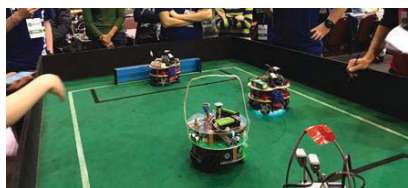
Задачи, реализуемые в «Малом водном кластере»: отработка алгоритмов и методов картографирования морского дна; сбор информации, мониторинг состояния водной среды; система управления мобильными подводными роботами.



На Всероссийском чемпионате по морской робототехнике «АКВАРОБОТЕХ-2018», который прошел рамках Международного военного-технического форума «Армия-2018» в августе во Владивостоке, команда ИПУ РАН с миниатюрным подводным аппаратом заняла первое место среди разработчиков и производителей телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов класса А.



4. Зона «Большой водный кластер» представляет собой водоем перед институтом для отработки задач подводной и надводной робототехники.



Задачи, реализуемые в «Большом водном кластере»: отработка алгоритмов и методов картографирования морского дна; сбор информации, мониторинг состояния водной среды; система управления мобильными подводными и надводными роботами.

5. Зона «Образовательной робототехники» оборудована игровыми полями согласно техническим требованиям регламентов RoboCup и Freescale. Помещение не только предназначено для отработки алгоритмов систем управления мобильными роботами, но и используется сотрудниками ИПУ РАН для проведения просветительских занятий с детьми.

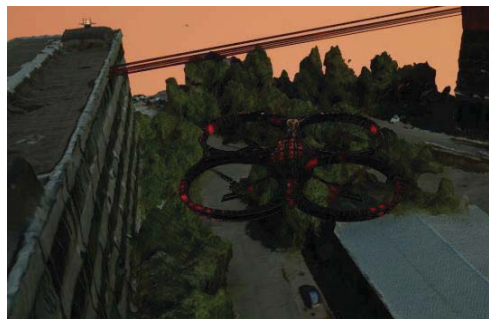
Задачи, реализуемые в «Образовательной робототехнике»: отработка алгоритмов и методов систем технического зрения; сбор информации, принятие решений, движение; система управления мобильными роботами; организация и проведение соревнований по робототехнике.



6. Зона «Умная квартира», которая будет развернута в 2025 г., предназначена для реализации автоматической smart-системы управления квартирой, контроля и мониторинга инженерных систем и ИТ-инфраструктуры. Работы выполняются в содружестве с Центром интеллектуальных энергетических систем. Задачи, реализуемые в «Умной квартире»: контроль за состоянием внешней среды, в том числе

потреблением воды, электричества, поддержание заданной температуры и влажности, определение различных утечек, интеллектуальный анализ данных при работе домашних устройств, предполагается использование робототехнических систем для перемещения по «Умной квартире».

7. Виртуальная реализация полигона «Юпитер».



Применение цифровых технологий в сфере научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ значительно снижают издержки производственных затрат в сравнении с «натурными» подходами. В процессе отработки взаимодействия роботов важной задачей является моделирование сценариев поведения робототехнических агентов, на каждом этапе должна быть реализована возможность тестирования алгоритмов, технических решений и программного обеспечения на соответствие поставленным требованиям.



Более гибкий вариант развития физического полигона – это его виртуальная реализация, позволяющая выбрать конфигурацию, которая подходит для особых условий использования, а также дает возможность разработать алгоритмы без необходимости приобретения дорогостоящего оборудования.

В рамках реализованного виртуального полигона были отработаны полетные сценарии беспилотных авиационных систем гражданской авиации.

В задачи полетного сценария входило:

- облет объектов;
- построение маршрута;
- преодоление препятствий;
- патрулирование в различное время суток.

В условиях виртуальной реализации испытаний нет необходимости в изготовлении десятков пробных моделей.

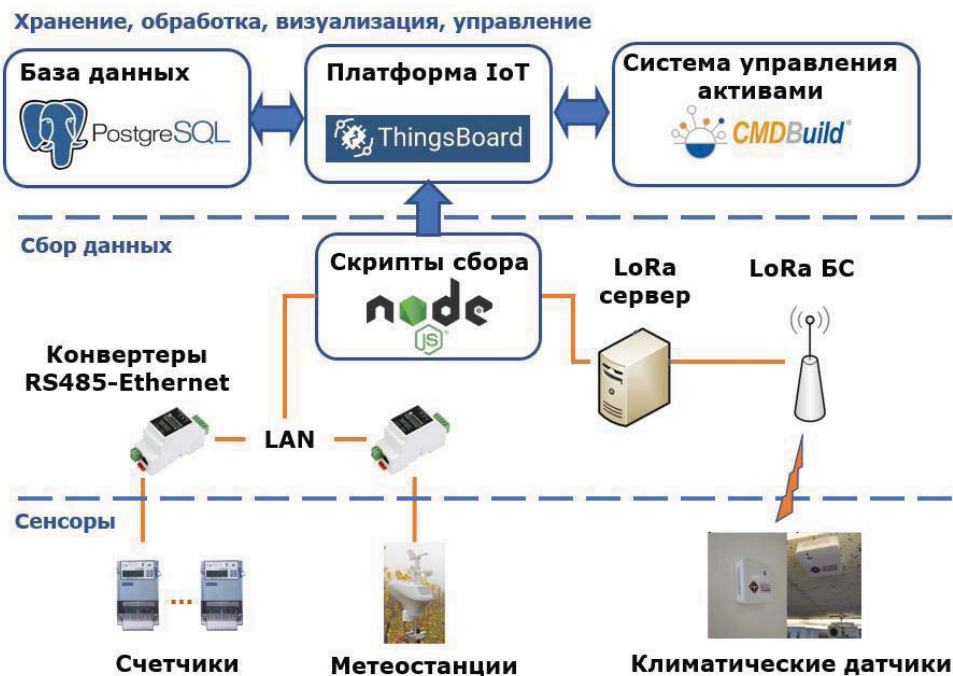
Использование виртуальной симуляции разработок, а также математические расчеты методов и алгоритмов управления робототехническими комплексами позволяют сэкономить такие показатели ресурсов, как время, бюджет и трудозатраты сотрудников. Тем не менее, проводить испытания исключительно в виртуальном пространстве не является возможным, так как результаты расчетов и проектирования необходимо подтвердить на реальных условиях. При этом отметим тот факт, что после проведения тысяч испытаний на виртуальном полигоне проведение натурных испытаний сводится к единичным случаям.

Контакты: заведующий лабораторией № 80 ИПУ РАН, директор ЦИРТС –
д.т.н. Р.В. Мещеряков
e-mail: mrsv@ipu.ru

8.3. ЦЕНТР ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЦИФРОВОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Центр интеллектуальной цифровой электроэнергетики ИПУ РАН создан в 2018 году для проведения фундаментальных и прикладных исследований, более полного раскрытия инновационного и внедренческого потенциала Института в области управления энергетикой. Тогда же были заложены такие принципы функционирования, как: горизонтальная интеграция лабораторий при формировании коллектива; привлечение сторонних исследователей через публикацию результатов в открытом доступе; реализация инфраструктурной части проектов силами технических служб Института; повышение квалификации сотрудников через постановку междисциплинарных задач.

Основная миссия центра – создание и совершенствование технологии развертывания экспериментальных платформ сбора данных и обработки интеллектуальных алгоритмов и математических моделей для систем управления энергопотреблением и микроклиматом зданий.



Структура цифровой платформы центра

Исследования центра ведутся по следующим основным направлениям:

- Модели теплообмена и управления климатом в помещениях;
- Интеллектуальный анализ энергопотребления;

- Анализ предпочтений потребителей;
- Математические, имитационные и агентные модели электроэнергетических рынков;
- Управление устойчивостью сетей с распределенной генерацией;
- Интеллектуальный анализ структуры инженерных сетей;
- Разработка новых технологий в энергетике и ресурсосбережении.

Инфраструктура сбора, хранения и обработки данных включает несколько подсистем.

Наиболее масштабная – электрическая подсистема, охватывающая энергетическую сеть ИПУ РАН. Измерения выполняются счетчиками «Меркурий-234», установленными на питающие трехфазные кабели (фидеры), приходящие от трансформаторных подстанций. В настоящее время установлено более 150 счетчиков, фиксирующих основные показатели энергопотребления каждой из трех фаз: активную и реактивную мощность, напряжение и ток, частоту сети, угол между током и напряжением, коэффициент нелинейных искажений.

Мониторинг характеристик микроклимата в здании ИПУ обеспечивается беспроводной сетью автономных комплексных мультисенсоров. Фиксируются следующие показатели: температура, влажность, освещенность, концентрация углекислого газа. Центром разработана модифицированная архитектура беспроводной сенсорной сети, позволяющая повысить интенсивность сбора данных по сравнению со стандартными реализациями. Функциональной особенностью сети, позволяющей достигнуть повышения интенсивности сбора данных при сохранении энергоэффективности на приемлемом уровне для автономной работы датчиков и экономного использования физического канала связи, является использование алгоритма распределенного сжатия данных в сетях LoRaWAN. Алгоритм основан на предсказании данных на сервере, тогда как датчик не передает весь массив данных, а только корректирующую информацию в случае превышения заданной заранее ошибки предсказания. Подобный подход позволяет минимизировать использование передатчика автономных датчиков, что позволяет снизить нагрузку на физический канал связи. В свою очередь это понижает энергопотребление датчиков, продлевает срок их службы.

Дополнительно собираются показания локальной метеостанции, т.к. погодные условия самым непосредственным образом влияют на состояние внутренней среды и должны рассматриваться как неконтролируемые внешние воздействия. Составные части микроклиматической системы следят за качеством воздуха в общественных пространствах и на спортивных объектах Института, в реальном времени на официальном сайте ИПУ транслируются погодные условия, непрерывно измеряется температура в центральной серверной, морозильной камере столовой; данными о влажности почвы обеспечен агрополигон Центра молодежного инновационного творчества.



Виртуальный стенд «умная квартира»

Создается стенд «умная квартира», который моделирует условия жилого и офисного помещения с характерным набором технических устройств для отработки разрабатываемых алгоритмов управления помещениями с различными целевыми задачами.

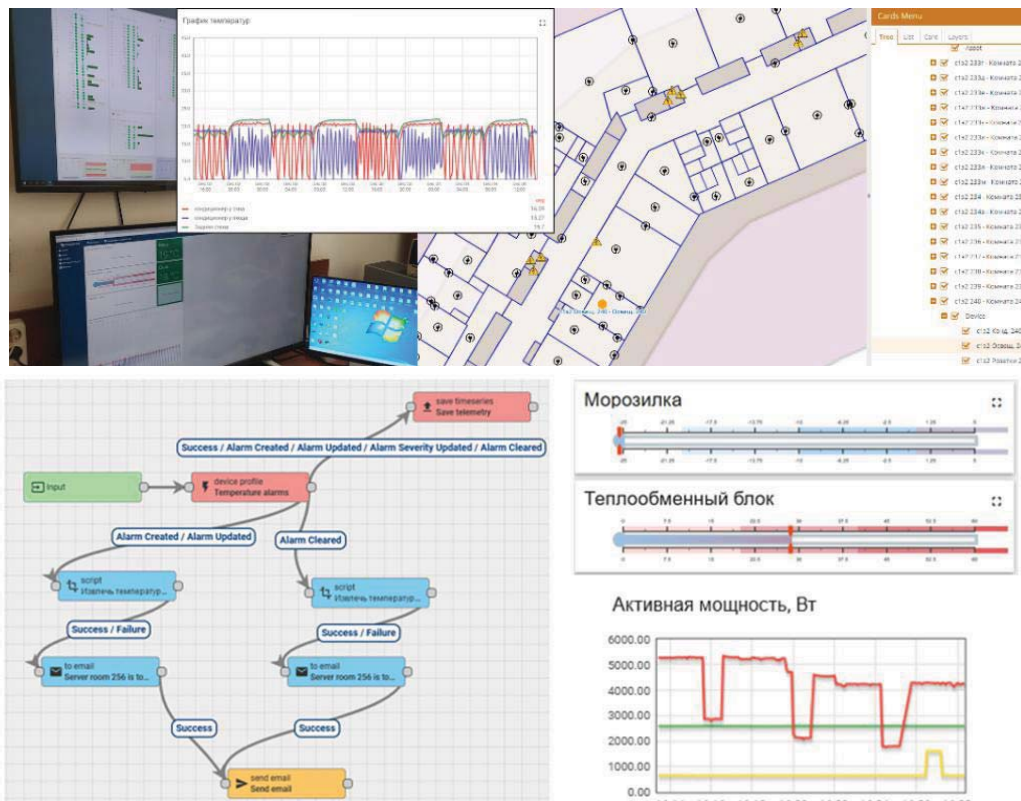
Обработка, хранение и визуализация данных реализованы с помощью open-source платформы интернета вещей Thingsboard CE. На этой платформе реализованы цепочки правил обработки входящих сообщений, детектирование аварийных ситуаций, экраны для визуализации состояния разных компонентов системы. Информация о поэтажном плане ИПУ РАН, установленных счетчиках и структуре энергосети хранится в системе управления активами CMDBuild.

За время функционирования Центра собран значительный объем (более 1 ТБ) данных об энергопотреблении ИПУ РАН. Часть данных выложена в открытый доступ на сайте Центра (<https://energy.ipu.ru/datasets/>). В настоящее время проходит апробацию платформа анализа полученных данных, позволяющая осуществлять комфортный доступ к данным в удобном формате, предварительный (разведочный) анализ и тестирование гипотез на начальном этапе исследований.

Одним из принципов деятельности Центра является глубокое двустороннее взаимодействие с другими подразделениями, функционирование Центра как вспомогательной службы Института. Совместно с отделом информатизации разработаны архитектура вычислительного кластера и механизм аварийного оповещения для системы охлаждения серверной.

Для отдела главного энергетика Института разработано автоматизированное рабочее место дежурного электрика. С его помощью сотрудником службы в реальном времени осуществляется круглосуточный контроль состояния электри-

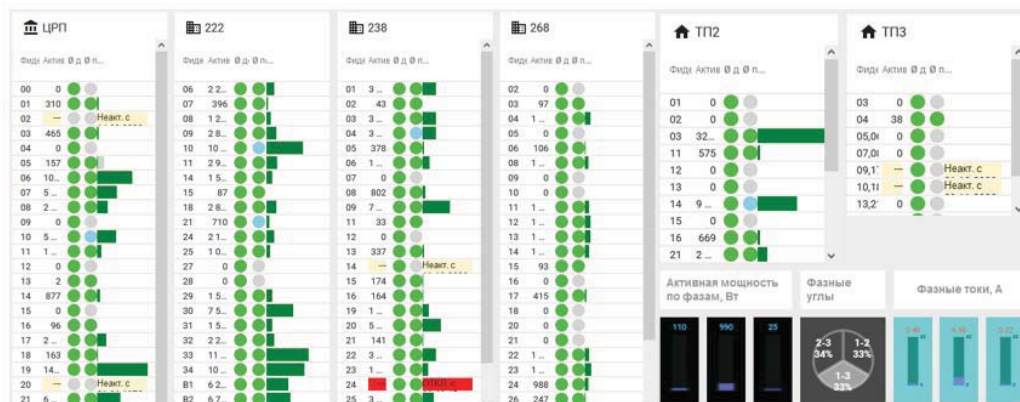
ческой сети, мониторинг энергопотребления. На основе показаний электросчетчиков, поступающих в систему обработки данных, реализовано аварийное оповещение в случае нештатных ситуаций. Кроме того, осуществляется круглосуточный контроль и мониторинг температурного режима в критически важных зонах.



Автоматизированное рабочее место дежурного электрика

Разработанная система используется при повседневной работе электриков Института, так как содержит учетные данные о локальных точках подключения осветительного и силового оборудования помещений всего Института, которые визуализированы на поэтажных планах. Таким образом, сотрудники службы, не покидая дежурного помещения, имеют возможность планировать точечные отключения и оповещать пользователей при проведении плановых и аварийных работ.

Сотрудниками центра предложен и запатентован оригинальный метод детектирования обрыва нулевого проводника по показаниям трехфазных счетчиков. Метод внедрен в систему мониторинга энергопотребления ИПУ РАН.



Система мониторинга энергопотребления ИПУ РАН

С 2022 года Центром проводятся соревнования по анализу данных в рамках молодежной научной школы «Управление большими системами». В этих соревнованиях Центр выполняет роль координатора и наставника для молодых ученых в процессе создания научной коллаборации и проведения совместных исследований, в том числе, совместных публикаций в ведущих журналах.

В Центре проходят производственные практики студенты СПбГУ, МИРЭА и МАИ, одна из студенческих работ удостоена диплома Всероссийского конкурса научных работ молодых ученых по теории управления.

При Центре функционирует (при поддержке кафедры Автоматизированных систем управления тепловыми процессами НИУ МЭИ и лаборатории Интеллектуальных систем управления и моделирования ИПУ РАН) регулярный общемосковский семинар «Интеллектуальные системы управления в энергетике».

Контакты: заведующий лабораторией № 40 ИПУ РАН, директор ЦИЦЭ – к.т.н. А.Ф. Пашенко
e-mail: paschenko_alex@mail.ru
веб-сайт: <https://energy.ipu.ru>

8.4. ЦЕНТР ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ЦИФРОВОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Центр интеллектуального цифрового сельского хозяйства ИПУ РАН (ЦИЦСХ ИПУ РАН), Центр) создан в 2018 году для более полного раскрытия инновационного и внедренческого потенциала Института и выхода Института на новый уровень фундаментальных и прикладных исследований и разработок моделей, методов и технологий интеллектуального управления в области интеллектуального сельского хозяйства

В рамках Центра осуществляются научные исследования и прикладные разработки интеллектуальных систем в междисциплинарных областях знаний на стыке технологий искусственного интеллекта, систем управления, экономики и сельскохозяйственных наук. Часть проектов реализуется в тесном партнерстве с Белгородским Научно-образовательным центром мирового уровня «Инновационные решения для АПК» и входящими в него производственными кампаниями отрасли.

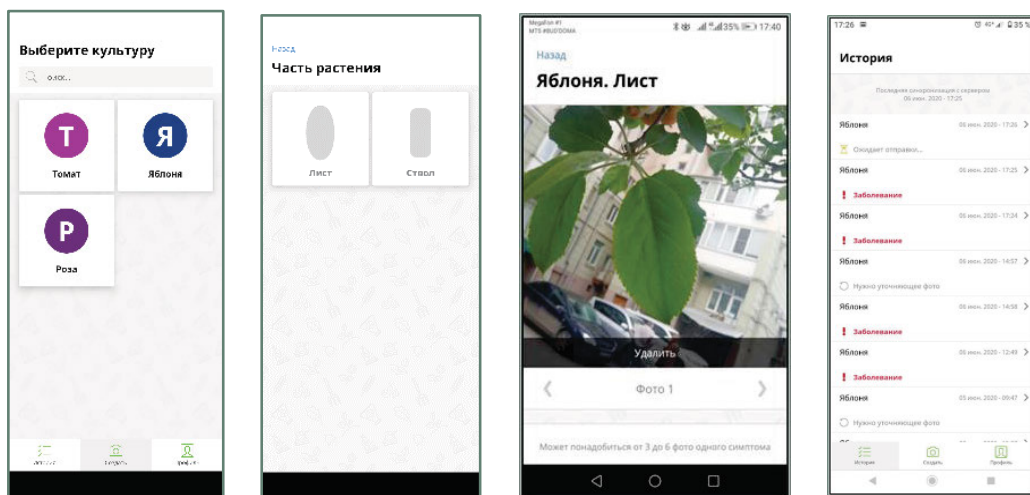
1. Система автоматического обнаружения и анализа аномалий поведения крупного рогатого скота (КРС) по видеоизображению



Система в составе видеокамер высокого разрешения, серверного обеспечения, блока нейронных сетей предназначена для автоматического обнаружения аномалий в поведении коров привязного (стойлового) содержания. «Мозг» системы отслеживает различные картины состояния и поведения животных. Например: стоит или лежит, жует или не жует, пьет, ест корм, бодается, мычит, пристаёт к коровам из соседних стойл, дрожит и т.д. На основе этих данных разработанная система дает подсказки персоналу фермы КРС о том, на какое именно животное надо обратить внимание при обходе или срочно.

2. Мобильное приложение для обнаружения патологий яблонь и других сельскохозяйственных культур с использованием нейросетевых моделей

С помощью разработанного приложения дачник, садовод или агроном крупного хозяйства может получить подсказку с высокой точностью, какой именно болезнью более растение.



Система построена по модульному принципу и рассчитана на постоянное обновление и пополнение как за счет расширяющегося списка культур, так и за счет распознавания новых типов заболеваний.

Данную работу ЦИЦСХ ИПУ РАН ведет в тесном сотрудничестве с ведущими профильными сельскохозяйственными научными институтами из разных регионов России.

3. Программно-аппаратный комплекс автоматического мониторинга состояния животных в секторе откорма промышленного свиного комплекса



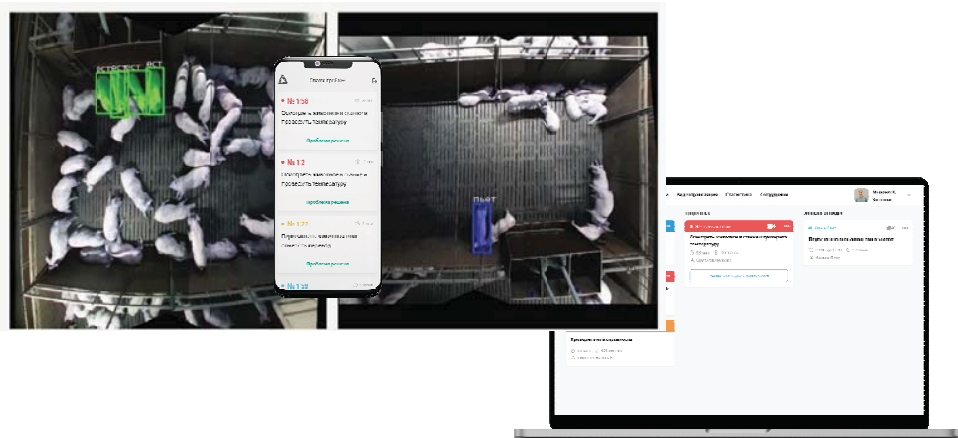
Программно- аппаратный комплекс предназначен для автоматического мониторинга производственных станков со свиньями и автоматической выдачи информации о состоянии животных для персонала свиноводческого комплекса.

Информация об обнаруженных проблемных ситуациях система автоматически направляет в мобильное приложение для соответствующего сотрудника свиного комплекса. Сотрудник принимает задачу к исполнению, делает отметку о решении или о необходимости привлечения дополнительных ресурсов. Система

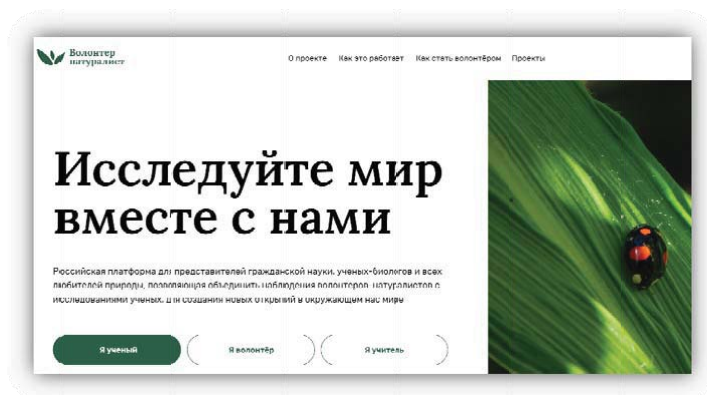
автоматически сравнивает время выполнения операции сотрудником с нормативом, а также сравнивает с выполнением аналогичной операции другими сотрудниками, что помогает выявлять и поощрять лучших.

Выдаваемая программно-аппаратным комплексом информация интегрируется с другими данными предприятия, что дает возможность создать на ее основе общую систему управления производственными процессами предприятия.

Ниже представлены некоторые экраны прототипа такой ERP системы и мобильного приложения:



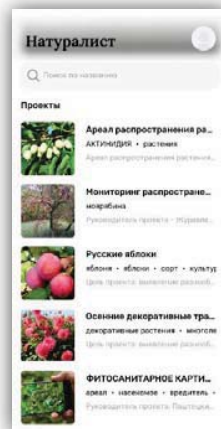
3. Система «Волонтер-Натуралист»



В ноябре 2022 года при поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере в рамках инициативы «Научное волонтерство», объявленного Указом Президента Российской Федерации от 25.04.2022 г. № 231 Десятилетия Науки и технологий, стартовал проект «Волонтер-натуралист», инициированный ЦИЦСХ ИПУ РАН.

Данный проект призван способствовать вовлеченности молодежи в научные исследования, в том числе, по агро- и бионаправлениям, усилению интереса детей и подростков к познанию окружающего мира и расширению их кругозора.

Научное волонтерство можно определить, как безвозмездную добровольную помощь ученым в их научной деятельности со стороны граждан, не имеющих профессиональной подготовки в области науки. У каждого ученого, проводящего исследования, существуют определенные тематики, в рамках которых необходимо реализовывать различные мероприятия и решать задачи, в том числе, по сбору данных. Ученые могут взять данные непосредственно из своих лабораторий или в полевых условиях, но зачастую им важно провести наблюдения в других регионах страны, получить результаты, например, из другой климатической зоны или другой части ареала распространения растения. Волонтеры, живущие в разных регионах России, имеющие определенный интерес к тематике исследования, располагающие временем и необходимым инструментарием, могут принять участие в сборе таких данных. При этом мотивами для участия, например, школьников в качестве научных волонтеров могут являться саморазвитие, самообразование, последующая профориентация, а также возможность общения с единомышленниками и учеными. Школьники могут участвовать в проекте как самостоятельно, так и в составе групп под руководством, например, учителя биологии или руководителя кружка.



В рамках научного волонтерства любой участник может подключиться к решению задач и реализации мероприятий определенного, интересного ему, проекта. При этом возможно решение следующих научных задач: наблюдение за макро- и микрообъектами живой природы; оцифровка с использованием фото- и видео-инструментов для последующей автоматической обработки изображений и их анализа; описание объектов, в т.ч. среды, в которой эти объекты наблюдаются, и т.п.

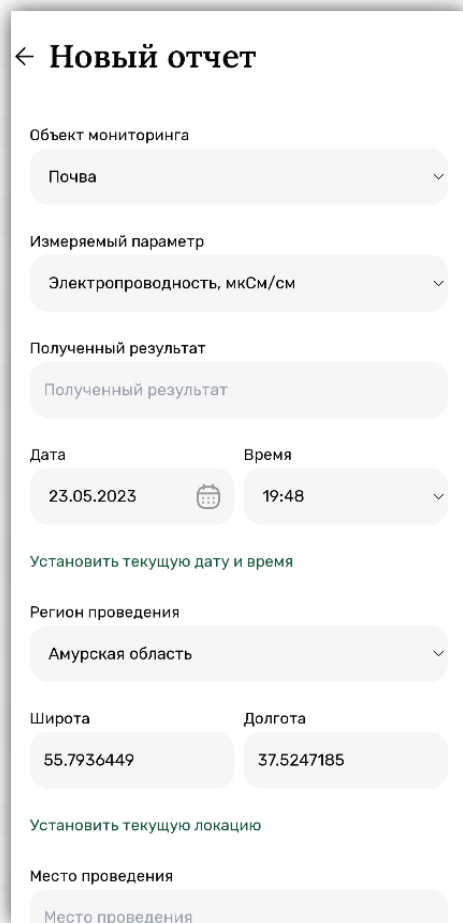
Технически для участия в проекте достаточно иметь смартфон. Перед началом проведения исследования любой желающий должен установить на свой

смартфон мобильное приложение Volnatur и пройти регистрацию в качестве волонтера.

Описания проектов приведены на сайте ИПУ РАН <https://www.ipu.ru/education/scientific-volunteering/about>. Там же волонтерам можно присоединиться к команде исследователей по интересному ему проекту, перейдя по соответствующей ссылке и скачав мобильное приложение.

Ученый ставит задачу волонтерам, которая возникает в качестве проекта в мобильном приложении. Далее волонтер с помощью приложения фотографирует или снимает видео объектов живой природы, описывает их. Все эти данные через фильтры попадают в хранилище и просматриваются (модерируются) учеными. С целью коммуникации между учеными и волонтерами существует личный кабинет ученого, в котором он может оценивать присланные материалы, давать комментарии и рекомендации, отклонять или принимать полученные от волонтеров изображения.

Проекты, размещенные на платформе «Волонтер-натуралист», доступны для участия всем желающим. Данные по каждому проекту, накопленные в результате их сбора волонтерами для проведения различных исследований, могут быть востребованы и самими волонтерами в качестве материалов для написания конкурсных, курсовых или дипломных работ. У наиболее активных волонтеров существует реальная возможность совместного написания с руководителями проектов научных статей для журналов по тематике исследования.



← **Новый отчет**

Объект мониторинга
Почва

Измеряемый параметр
Электропроводность, мКСм/см

Полученный результат
Полученный результат

Дата: 23.05.2023 Время: 19:48

Установить текущую дату и время

Регион проведения
Амурская область

Широта: 55.7936449 Долгота: 37.5247185

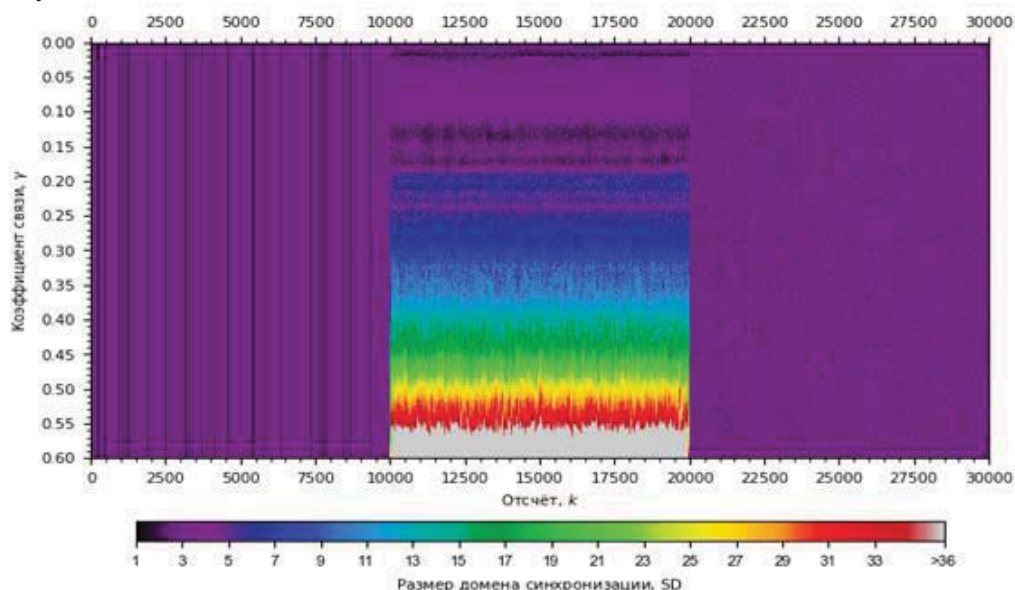
Установить текущую локацию

Место проведения
Место проведения

Контакты: директор ЦИЦСХ ИПУ РАН –
С.И. Антипин
e-mail: antipin@ipu.ru

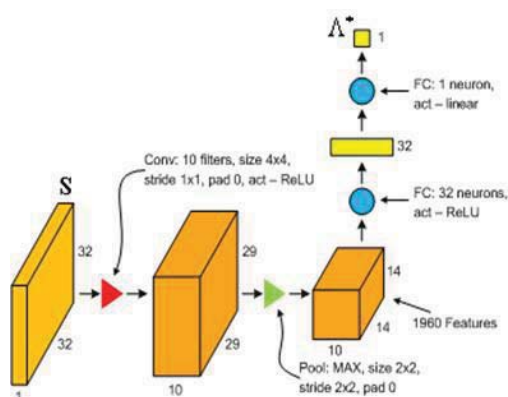
8.5. ЦЕНТР ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Центр технологий искусственного интеллекта Института создан в 2019 году для более полного раскрытия инновационного и внедренческого потенциала ИПУ РАН и вывода Института на новый уровень фундаментальных и прикладных исследований и разработок моделей, методов, алгоритмов и технологий в области искусственного интеллекта и анализа сложных данных.



Центром проводятся научные исследования по следующим направлениям:

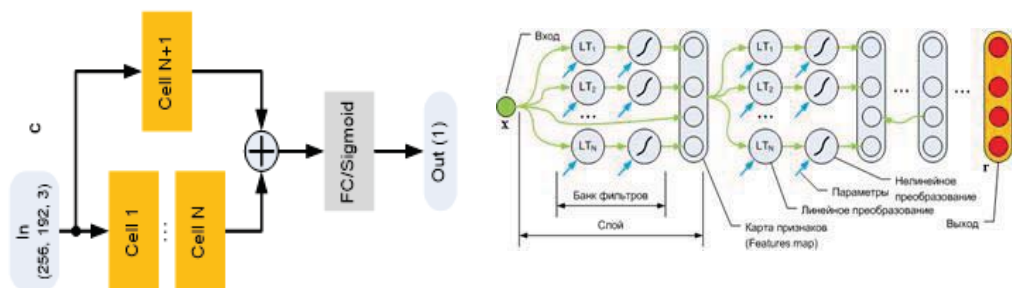
«Искусственный интеллект»:



- Машинное и глубокое обучение по прецедентам (вычислительный интеллект);
- Формальные логики, грамматики и языки (логический интеллект);
- Автоматический вывод и статистическая верификация онтологических и семантических сетей;
- Верифицируемые и интерпретируемые модели искусственного интеллекта;
- Адаптивные и контекстно-определяемые модели искусственного интеллекта;
- Устойчивые модели искусственного интеллекта.

«Анализ сложных данных»:

- Идентификация сложных систем и структур;
- Управление сложными системами и структурами;
- Оценивание сложных процессов и явлений;
- Прогнозирование сложных процессов и явлений.



Центром проводятся заказные НИР и ОКР по тематикам:

- Полный цикл разработки и внедрения интеллектуальных информационно-аналитических систем любой сложности;
- Полный цикл разработки и внедрения интеллектуальных информационно-управляющих систем любой сложности;
- Полный цикл разработки и внедрения интеллектуальных систем компьютерного зрения, в том числе стереозрения, 3D-, 4D-зрения;
- Интеллектуализация классических алгоритмов обработки информации в системах радио-, гидро- и опто- локации на этапах предварительной, первичной, вторичной и третичной обработки;
- Промышленные роботизированные системы интеллектуальной сенсорики.

В числе успешно выполненных прикладных проектов:

- Скоринговая система для нужд банков и страховых компаний;
- Система идентификации подвижного состава железнодорожного транспорта;
- Система раннего распознавания вторжений в «Облако»;
- Обнаружение подвижных подводных объектов;
- Обнаружение дополнительных образов на фото- и видео-данных;
- Система морфологического и функционального выделения органов и патологий по данным МРТ и КТ;
- Защита магистральных нефте- и газопроводов;
- Диагностика патологий, оценивание прироста биомассы, оценивание степени зрелости плодов;
- Диагностика патологий, оценивание функциональных состояний животных на промышленных фермах (молочный КРС, свиноводство, птицеводство).



Контакты: заведующий лабораторией «Вычислительной кибернетики»,
директор ЦТИИ –
к.т.н. А.В. Макаренко
e-mail: avm.work@mail.ru

8.6. ЦЕНТР НОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Центр новых информационных технологий ИПУ РАН создан в 2022 году для выстраивания полной инновационной цепочки от создания фундаментального задела до коммерциализации технологий и адресной подготовки специалистов в области цифровых платформ интеллектуального управления.

Коллективом центра новых информационных технологий в рамках соглашения с Министерством науки и высшего образования РФ была разработана информационная система «Цифровая платформа Исследователя», которая развивается по сей день.

Миссия платформы – автоматизация процессов по организации взаимодействия исследователей, междисциплинарных научных групп, заказчиков исследований и иных заинтересованных сторон при выполнении научно-исследовательских, опытно-конструкторских и иных работ по созданию научной продукции, а также учета и анализа результатов данных работ.

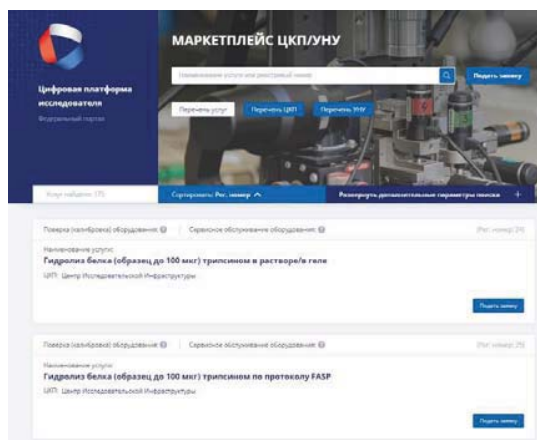
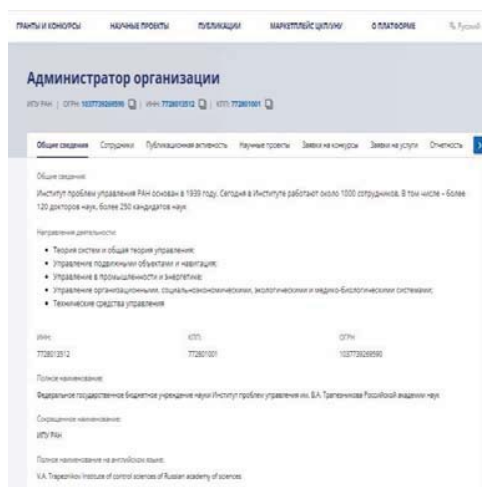
Период	Название
31.08.2016 - 30.06.2022	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» Уровень образования - Высшее образование - подготовка кадров высшей квалификации Специальность - 22.06.01 Технологии материалов
31.08.2016 - 30.06.2018	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» Уровень образования - Высшее образование - специализация, мастерство Специальность - 22.04.02 Металлургия
31.08.2012 - 30.06.2016	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» Уровень образования - Высшее образование - бакалавриат Специальность - 29.03.04 Технологии единичной обработки материалов

Для исследователей и молодых ученых доступны:

- Агрегатор информации об объявленных грантах и конкурсах;
 - Возможность подачи на гранты и конкурсы, размещенные на платформе;
 - Личный кабинет для хранения сведений о публикациях и других параметров;
 - Снижение трудоемкости отчетности за счет предварительного заполнения;
- Демонстрация собственного профиля другим исследователям, коммерческим организациям и фондам;
 - Возможность сформировать и предоставить общественности собственный научный проект;
 - Возможность заказа ЦКП/УНУ.

Научным организациям предоставляются:

- Учет исследовательских профилей всех сотрудников в одном месте;
- Прозрачность процесса подготовки заявок на гранты и конкурсы;
- Учет научных тем всех сотрудников в одном месте;
- Снижение административной нагрузки;
- Прозрачность процессов заказа услуг ЦКП/УНУ сотрудникам организаций;
- Возможность заключать договора в электронной форме.



Коммерческим организациям и фондам предоставляются:

- Проведение конкурсов на предоставление грантов;
- Возможность собирать заявки и подводить результаты конкурсов;
- Поиск интересующих научных тем и коллективов;
- Возможность заказывать услуги ЦКП/УНУ;
- Возможность заключать договора в электронной форме.

Сервисы для ЦКП/УНУ:

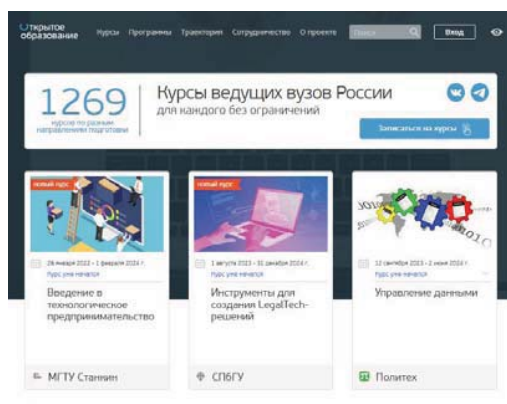
- Размещение предложения своих услуг на портале с привязкой к оборудованию, расходным материалам и методикам измерения;
- Доступ к общему реестру опубликованных услуг и методик измерения;
- Управление заявками на услуги, общение с заказчиками и заключение договоров в электронном виде;
- Учет расходных материалов с мониторингом прогноза остатков.

ЦПИ СЕГОДНЯ

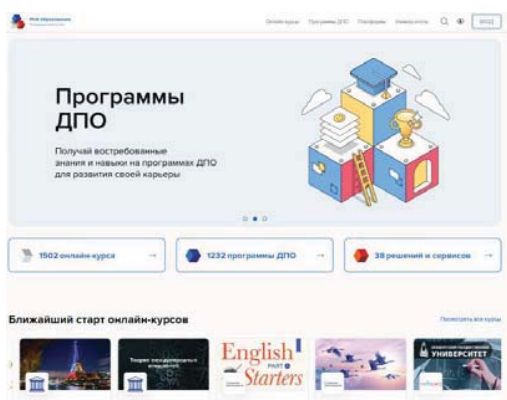
- Полностью соответствует клиентоцентричной идеологии.
- Обеспечивает единую точку входа и доступа к сервисам для участников научного взаимодействия по учетной записи ЕСИА (Госуслуги).

- Поддерживает совокупность открытого портала, личных кабинетов и сервисов, обеспечивающих их работу.
- Включает современный стек технологий и микросервисная архитектура, внешние прикладные программные интерфейсы (api).
- Обеспечивает отсутствие лицензионных ограничений, работает на отечественном системном ПО.
- Поддерживает интеграцию с внешними информационными системами.
- Соответствует требованиям по работе с персональными данными (Аттестат соответствия требованиям по защите информации №1638.00002.2022 выдан: 25.03.2022).

ПРОЕКТЫ, В РАЗРАБОТКЕ И РАЗВИТИИ КОТОРЫХ УЧАСТВОВАЛИ СОТРУДНИКИ ЦЕНТРА

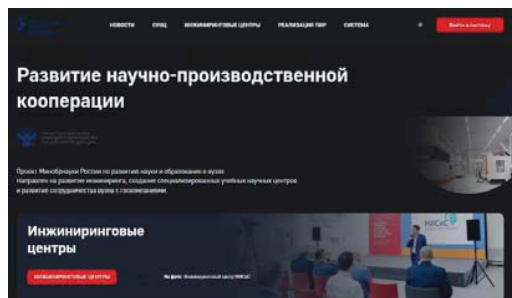
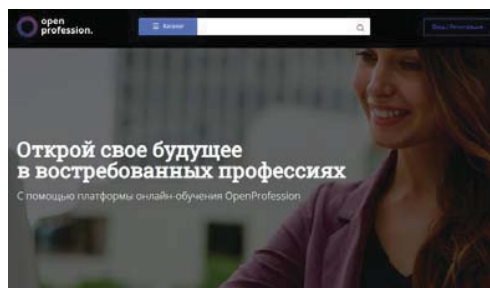


Национальная платформа «Открытое образование» (<https://openedu.ru/>) – современная образовательная платформа, предлагающая российским университетам использовать или размещать онлайн-курсы для реализации основных образовательных программ.



Государственная информационная система «Современная цифровая образовательная среда» (выполнена в рамках реализации федерального проекта «Молодые профессионалы (Повышение конкурентоспособности профессионального образования)» национального проекта «Образование») – реализуется свободный доступ по принципу «одного окна» для всех категорий граждан к онлайн-курсам, реализуемым различными организациями, осуществляющими образовательную деятельность.

Платформа «OpenProfession» – образовательной платформой дополнительного профессионального онлайн-образования на основе курсов ведущих вузов России и компаний-лидеров индустрий.



Проект «Развитие научно-производственной кооперации» – направлен на развитие кооперации сектора исследований и разработок, коммерческого сектора, высшего профессионального образования, развитие научной и образовательной, научно-прикладной деятельности российских вузов и научных организаций, стимулирование использования производственными предприятиями потенциала российских высших учебных заведений для развития наукоемкого производства, развития кадрового потенциала и стимулирования инновационной деятельности в российской экономике.

Контакты: заведующий Научно-внедренческим отделом, директор ЦНИТ –
Б.О. Дерябин
e-mail: baga_d@mail.ru

ЗАКАЗЧИКИ ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТОК

Прикладные исследования и разработки проводятся в Институте в интересах:

- Администрации Президента
- Совета безопасности
- Государственной Думы
- Министерства обороны
- Министерства внутренних дел
- Федеральной службы безопасности
- Федеральной службы охраны
- Федеральной службы по техническому и экспортному контролю
- Министерства промышленности и торговли
- Министерства здравоохранения
- Министерства по чрезвычайным ситуациям
- Министерства науки и высшего образования
- Правительства Москвы
- Правительства Московской области
- Администрации Воронежской области
- Администрации Краснодарского края
- Администрации Республики Крым
- Администрации Смоленской области
- Администрации Хабаровского края
- ОАО «Научно-исследовательский электромеханический институт
- АО «ВНИИ по эксплуатации атомных электростанций»
- Администрации Ханты-Мансийского автономного округа
- ОАО «РЖД»
- Госкорпорации «Роскосмос»
- Госкорпорации «Росатом»
- Госкорпорации «Ростех»
- ПАО «Россети»
- ПАО «Газпром»
- Центрального банка
- Внешторгбанка
- ФГУП «НИИ Квант»
- ПАО «РКК Энергия»
- ПАО «Корпорация Иркут»
- ПАО «Ижсталь»
- ПАО «ВымпелКом»
- ФГУП «ГосНИИАС»
- АО «РКЦ «Прогресс»,
- ЗАО «Атомстройэкспорт»,
- АО «Морские неакустические системы и комплексы»
- АО «Атомтехэкспорт»
- ФГБУ «НИЦ «Институт им. Н.Е. Жуковского»
- АО «Санкт-Петербургское морское бюро машиностроения «Малахит»
- «НИИИС им. Ю.Е. Седатова»

- АО «Концерн НПО «Аврора»
- АО «Концерн МПО «Гидроприбор»
- «Военно-морской академии им. Н.Г. Кузнецова»
- Западносибирского Metallургического Комбината, г. Новокузнецк
- ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова»
- ООО «Московский завод «Физприбор»
- Сколковского института науки и технологий
- ФГУП ФНПЦ
- ФГУП «ЦНИИмаш»
- ФГУП ЦАГИ
- ЦКБ МТ «Рубин»
- ОАО «Атомэнергопроект»
- АО ВПК
- «НПО машиностроения»
- ФГУП ГКНПЦ им. М.В. Хруничева
- ФКП «Научно-испытательный центр ракетно-космической промышленности»

и многих, многих других...

ИПУ РАН

117997, Москва, Профсоюзная, 65

Телефон: +7 (495) 334-89-10

Факс: +7 (495) 334-93-40, +7 (499) 234-64-26

E-mail: dan@ipu.ru

www.ipu.ru

Информационное издание

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

Под редакцией акад. РАН Д.А. Новикова

Подписано в печать 01.04.2024
Формат 70×100/16. Усл. печ. л. 15,48
Тираж 300 экз. Заказ 58

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова
Российской академии наук
117997, Россия, Москва,
ул. Профсоюзная, д. 65
www.ipu.ru

ISBN 978-5-91450-275-8



9 785914 502758