

**НЕКОТОРЫЕ ВАЖНЕЙШИЕ
РЕЗУЛЬТАТЫ ИПУ РАН В ОБЛАСТИ
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ
НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В 2022 г.**

СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Управление в сплошных средах с внутренней структурой

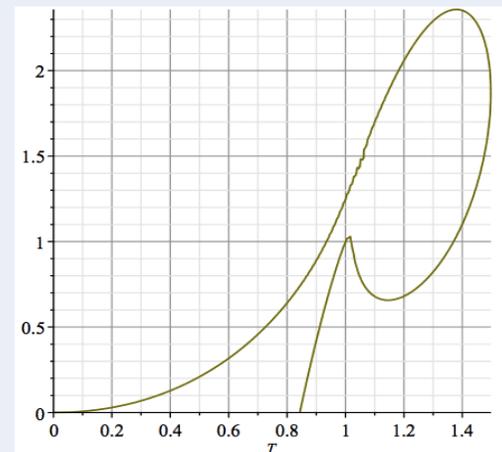
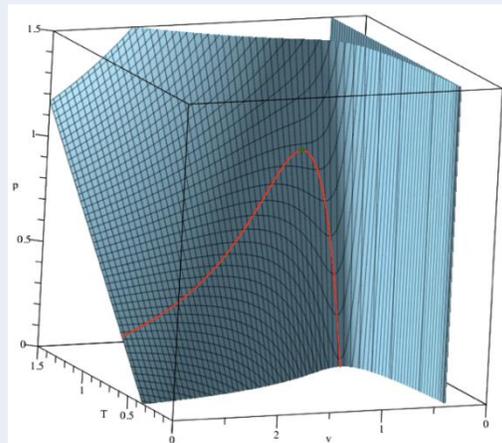
Разработана модель движения однокомпонентной заряженной жидкости в магнитном поле с учетом её термодинамических свойств.

Разработан метод построения нелокальных операторов рекурсии для симметрий дифференциальных уравнений, который был применен к бездисперсионным уравнениям гидродинамики.

Продолжено изучение эллиптических дифференциальных уравнений на замкнутых многообразиях. Доказана теорема существования и единственности решений для обобщенного уравнения Колмогорова-Петровского-Пискунова.

Разработана и исследована модель фильтрации газа Ландау-Лифшица по закону Дарси в пористой среде с учетом термодинамических свойств газа и фазовых переходов.

*Лагранжево многообразие
и кривая фазового перехода*



Лаб. № 6

Зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Кушнер А.Г.

СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Управление в сплошных средах с внутренней структурой

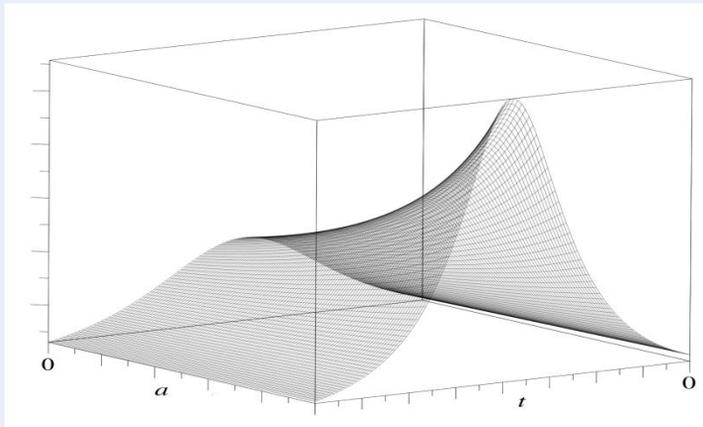
Построены уравнения движения вязкой жидкости и газа по искривленным трубам в трёхмерном пространстве с учётом их термодинамических свойств. Возможно применение в газовом и нефтяном секторе.

Разработана и исследована модель влияния волновых управляющих воздействия на нефтяной пласт в окрестности нефтяных скважин.

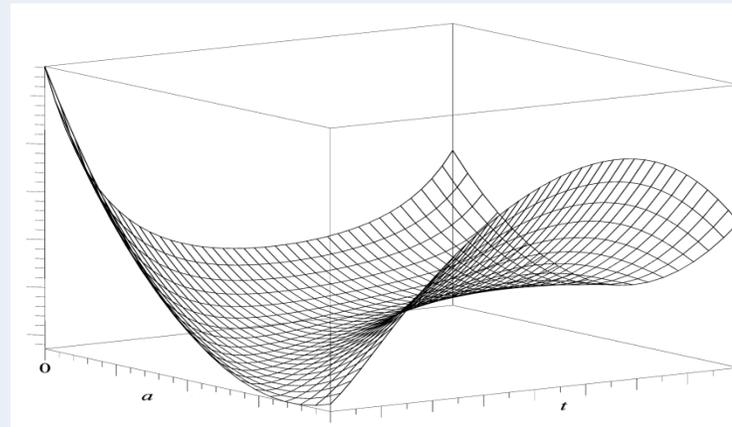
Построено точное общее решение начально-краевой задачи фильтрации суспензии в пористой среде. Рассмотрена возможность его применения к задаче моделирования нефтяных фильтрационных потоков вблизи добывающих скважин.

Лаб. № 6

Зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Кушнер А.Г.



Распределение давления в трубе



Распределение температуры

СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

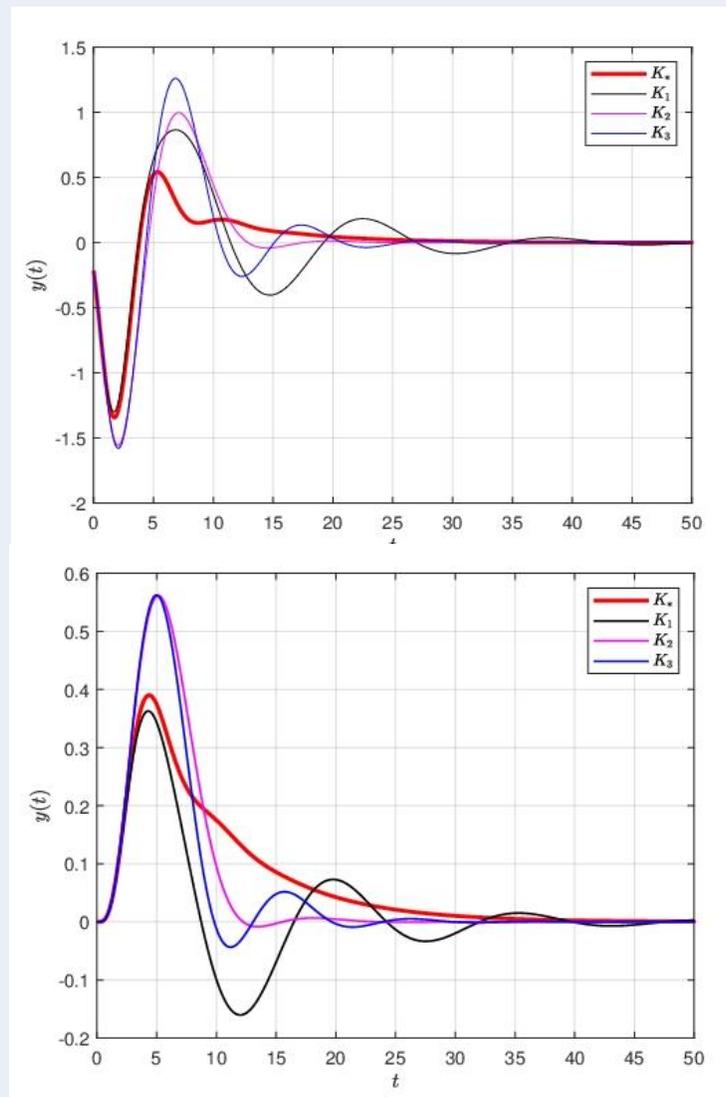
Новые критерии настройки ПИД-регуляторов

Предложен новый подход к задаче настройки и оптимизации параметров ПИД-регулятора, основанный на сведении проблемы к задаче матричной оптимизации.

ПИД-регулятор настраивается для противодействия неопределенности в начальных условиях таким образом, чтобы выход системы был равномерно малым. При этом дополнительно гарантируется заданная степень устойчивости замкнутой системы.

Построен градиентный метод для отыскания параметров ПИД-регулятора. Предлагаемая рекуррентная процедура приводит к весьма удовлетворительным по инженерным критериям качества ПИД-регуляторам.

Траектории выхода тестовой линейной системы при ненулевом начальном условии и единичном ступенчатом возмущении, замкнутой построенным (K^) и ранее известными ПИД-регуляторами*



Лаб. № 7

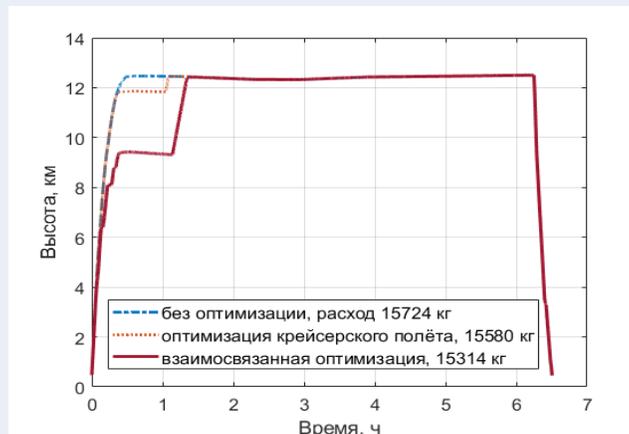
Зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Хлебников М.В.

СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Оптимизация расхода топлива воздушного судна на этапах набора высоты, крейсерского полета и снижения

По договору с ГосНИИАС исследована задача минимизации расхода топлива среднемагистрального пассажирского самолета при фиксированном времени прибытия. В рамках работы:

- 1) сформулирована многокритериальная задача оптимизации этапа снижения и предложен способ определения штрафных коэффициентов расстояния и времени;
- 2) разработана процедура моделирования расхода топлива для этапов набора высоты, крейсерского полета и снижения с учетом прогнозных значений скорости ветра и температуры на маршруте полета;
- 3) разработан алгоритм взаимосвязанной оптимизации этапов набора высоты, крейсерского полета и снижения;
- 4) разработано программное обеспечение в среде MATLAB и проведена валидация предложенных методов и алгоритмов.



Лаб. № 7

Зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Хлебников М.В.

СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Управление нелинейными системами и стабилизация механических систем

Для задачи одновременной стабилизации положения колеса и маятника, подвешенного на его оси, исследована стабилизация по выходу, приводящая к устойчивой нулевой динамике системы. Исследованы области асимптотической устойчивости и алгоритмы глобальной стабилизации.

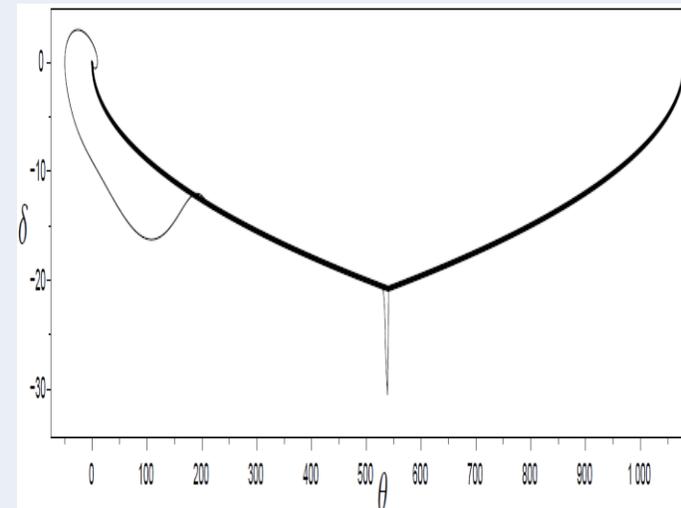
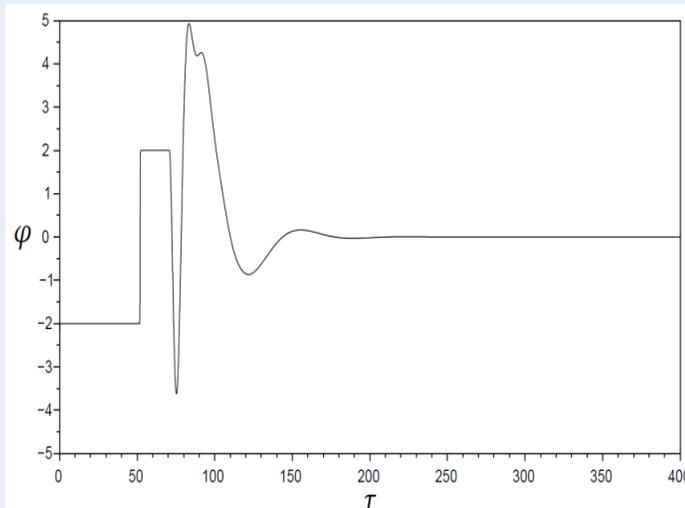
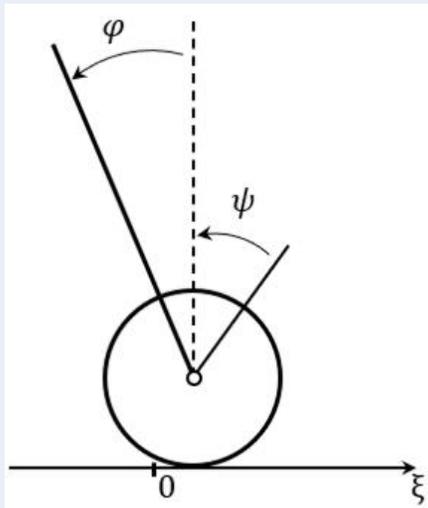
Синтезирован кусочно-непрерывный стабилизирующий закон управления для цепочки трех интеграторов, обеспечивающий заданное качество переходного процесса.

Решена задача о стабилизации по выходу кратного интегратора с запаздыванием в обратной связи.

Получены новые результаты в задаче об управлении колебаниями в системах, состоящих из связанных подсистем.

Лаб. № 16

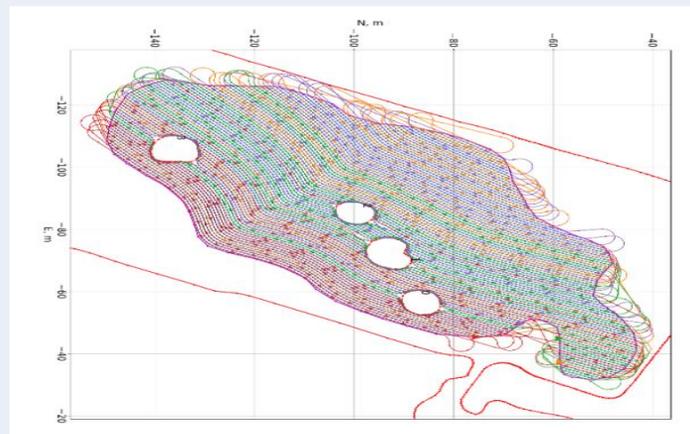
Зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Рапопорт Л.Б.



СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Управление группой сельскохозяйственных колесных роботов

Для задачи об оптимальной обработке сельскохозяйственного поля группой автономных роботов: построено оптимальное покрытие поля и оптимальное расписание работы, синтезирован закон управления, стабилизирующий движение группы и исключающий столкновения роботов.



Лаб. № 16

Зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Рапопорт Л.Б.

СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Декомпозиционный синтез робастного управления

для класса линейных параметрически неопределенных систем, в котором структурные свойства управляемости не изменяются при вариации параметров

Разработана процедура невырожденных линейных преобразований, позволяющих выделить из исходной параметрически возмущенной системы элементарную подсистему с полным управлением и представить систему в виде регулярной формы относительно управления.

$$\dot{x} = (A + \hat{A})x + (B + \hat{B})u \quad \Rightarrow \quad \dot{x}_1 = (A_{11} + \hat{A}_{11})x_1 + (A_{12} + \hat{A}_{12})x_2, \quad (P\Phi)$$

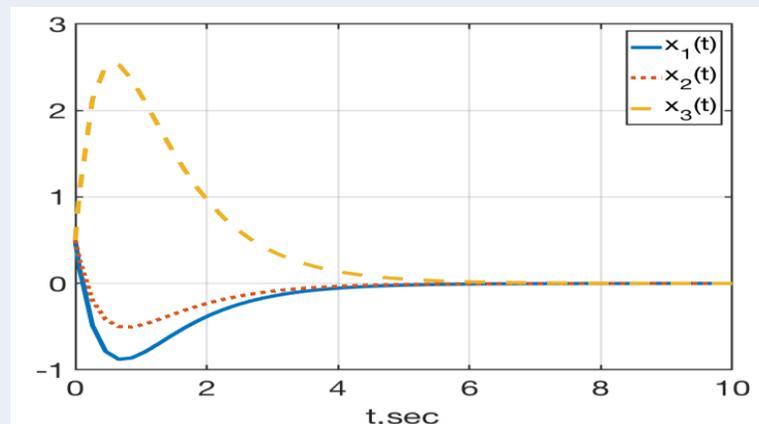
$$|\hat{a}_{ij}| \leq \hat{a}_{ij}, |\hat{b}_{ij}| \leq \hat{b}_{ij}, x \in R^n, u \in R^m \quad \dot{x}_2 = (A_{21} + \hat{A}_{21})x_1 + (A_{22} + \hat{A}_{22})x_2 + (B_2 + \hat{B}_2)u$$

Формализованы достаточные условия реализуемости робастного управления и разработана процедура декомпозиционного синтеза стабилизирующей обратной связи, которая обеспечивает сверхустойчивость в замкнутой системе в новом координатном базисе, а в исходной системе – заданный запас устойчивости во всех интервалах неопределенных параметров.

$$u = Fx$$

$$\min\{-\operatorname{Re} \lambda_i[(A + \hat{A}) + (B + \hat{B})F]\}_{i=\overline{1,n}} = \eta \geq \eta_d$$

На численных примерах показана принципиальная возможность ограничения управляющих воздействий и работоспособность разработанного метода в нестационарных системах.



Лаб. № 37

Зав. лаб.

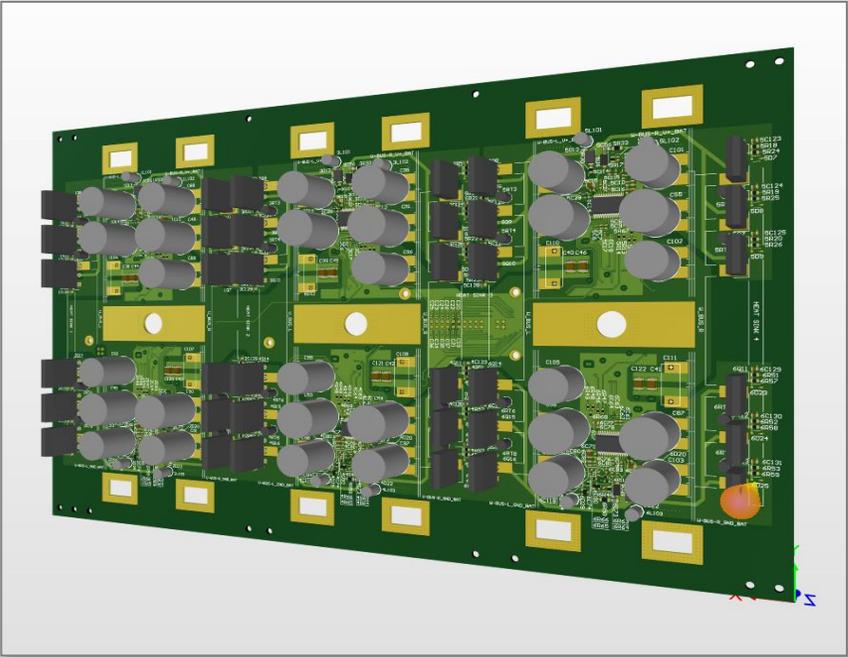
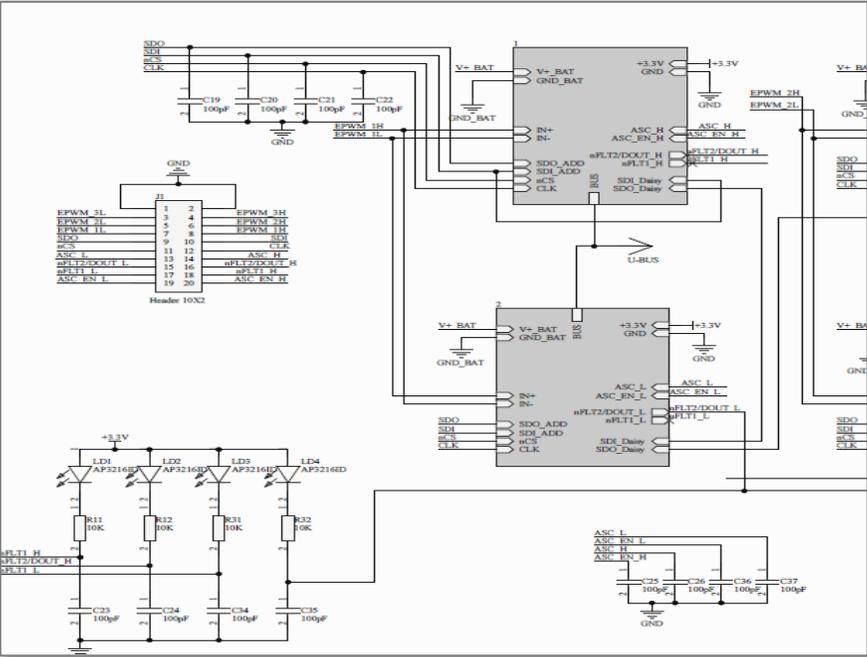
Д.Т.Н.

Уткин А.В.

СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Разработка принципиальной схемы и структуры силового контроллера

Разработана и отдана на изготовление силовая плата контроллера для управления тяговыми электродвигателями переменного тока с пиковой мощностью 70 кВт.



Лаб. № 37

Зав. лаб.
Д.Т.Н.
Уткин А.В.

СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Гладкие локальные нормальные формы векторных полей Руссари

Для систем с неявной динамикой получены условия глобальной управляемости в классах позиционных управлений.

Для включений при наличии параметра в терминах якобиана Кларка получены условия глобальной разрешимости и оценки решений.

Получены условия оптимальности в форме принципа Лагранжа для задач без априорного предположения нормальности ограничений.

Лаб. № 45

Зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Арутюнов А.В.

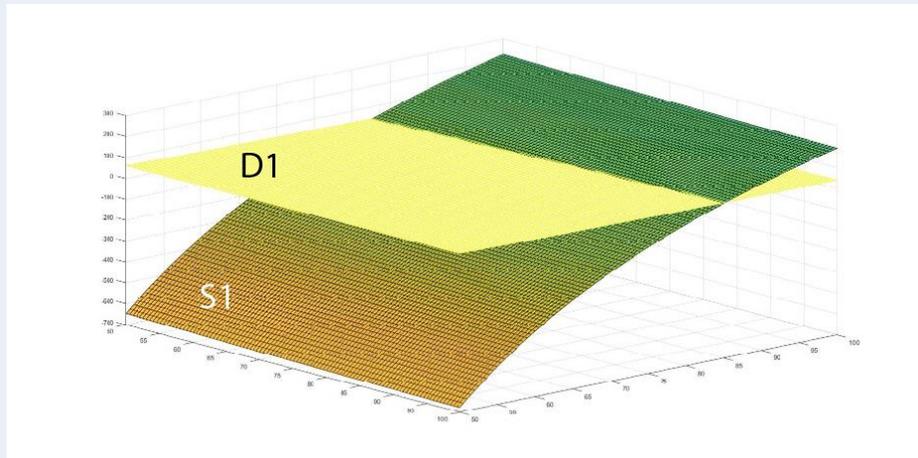


Рис. 1

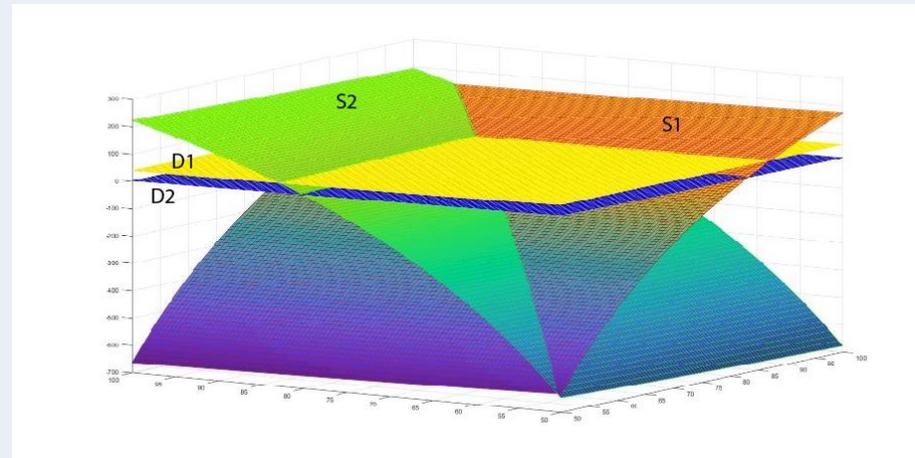


Рис. 2

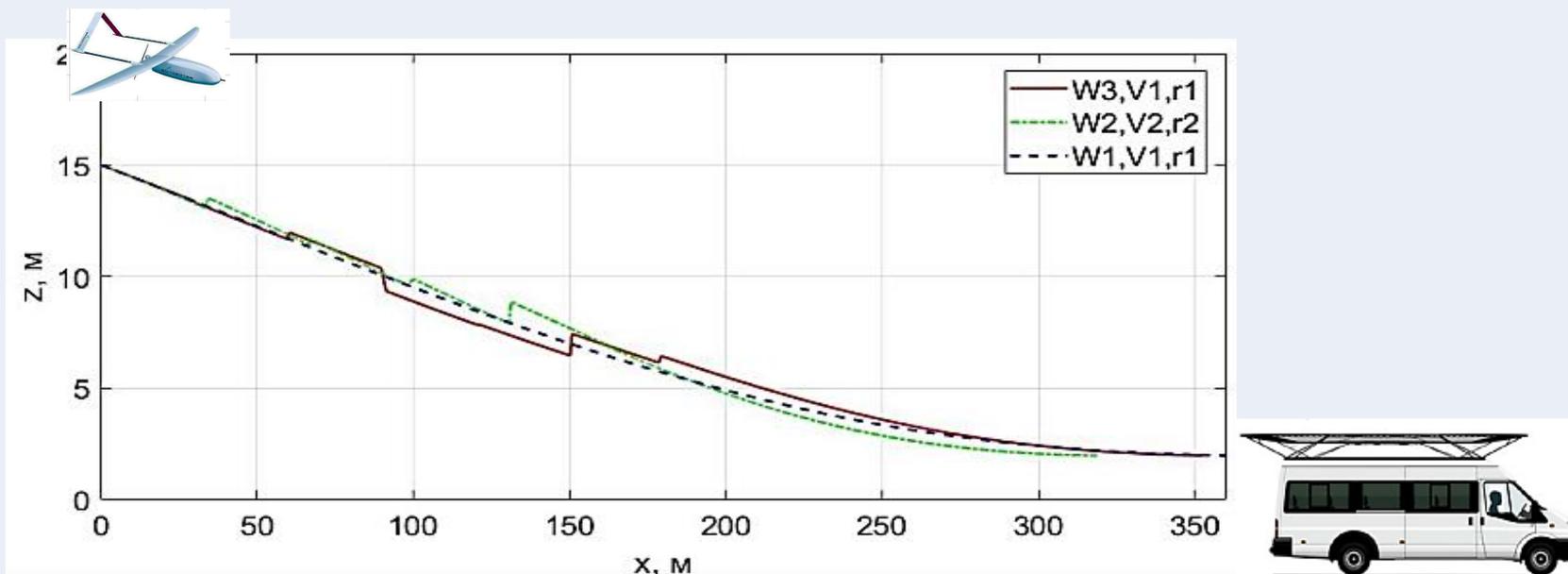
СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Прикладные задачи терминального управления и улучшающие алгоритмы

Разработана полиэдральная стратегия упреждающего барьерного управления динамическими объектами в условиях ресурсных и фазовых ограничений.

Разработаны алгоритмы терминального управления посадкой БПЛА самолетного типа по «гибким» кинематическим траекториям на маневрирующие посадочные площадки.

Исследовано оптимальное программное управление стохастической динамической системой диффузионно-скачкообразного типа, линейной по состоянию и нелинейной по управлению. Получены условия оптимальности.



Управление посадочным маневром БПЛА на подвижную платформу методом гибких кинематических траекторий при кусочно-постоянных ветровых возмущениях

Лаб. № 45

Зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Арутюнов А.В.

СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Построение эффективных оценок и алгоритмов для классических задач дискретной оптимизации

Построены эффективные метрики для задачи составления расписания движения поездов между двумя станциями.

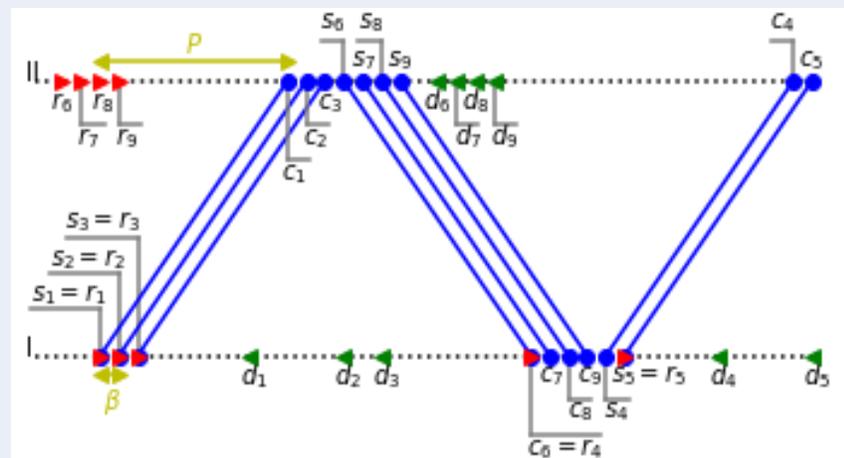
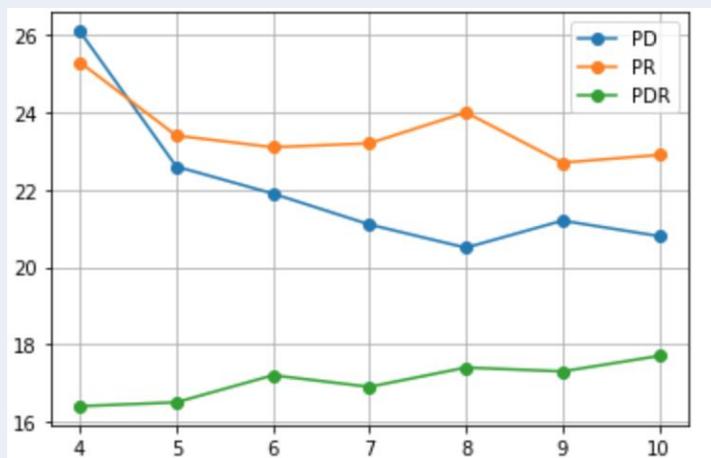
Построены верхние и нижние оценки для классической задачи теории расписания для одного прибора с параллельным батчем.

Разработаны полиномиальные алгоритмы решения задачи управления автоматизированными транспортными средствами в межцеховых перевозках.

Разработан метод редукции вспомогательных массивов при реализации случайной последовательной адсорбции.

Лаб. № 68

Зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Лазарев А.А.



СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Решение прикладных задач управления ресурсами в транспортных и социальных системах

Для оптимизации работы перевалочного пункта мультимодальных перевозок с морского на железнодорожный транспорт предложена математическая формулировка объединенной задачи, связанной с двумя различными структурами: морской порт и железная дорога. Разработанный подход позволяет эффективнее использовать имеющиеся ресурсы, чем композиция из решений двух независимых задач.

Разработаны два алгоритма приближенного решения задачи увеличения пропускной способности операционных с учетом требований к их оснащению для осуществления каждой операции и ограничений, связанных с работой анестезиологов.



Лаб. № 68

Зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Лазарев А.А.

СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Методы анализа и моделирования

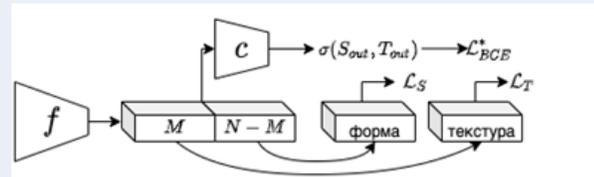
дискретных нелинейных систем и процессов в условиях неполноты данных

Исследованы основные характеристики механизма принятия решений сверточной нейронной сетью в случае классификации случайных временных рядов при различных параметрах классификатора.

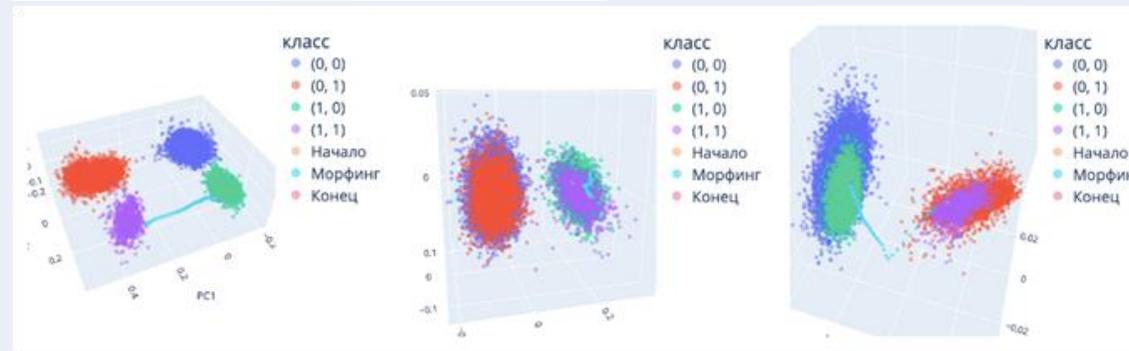
Предложен и исследован в первом приближении подход к формированию представлений изображений в скрытых пространствах глубоких нейросетевых моделей в пространстве «Форма-Текстура-Цвет».

Предложен метод оценивания в терминах Т-алфавита пространственно-временных характеристик синхронизации хаотических нелинейных систем по наблюдаемым многомерным скалярным полям. $s(\mathbf{r}, t_{k+1}) = g[s(\mathbf{r}, t_k), \mathbf{p}], s \in \mathbb{R}, \mathbf{r} \in \mathbb{Z}^N, k \in \mathbb{Z}$

	ReLU-ReLU	x1	x2	x3	ReLU-LeakyR	x1	x2	x3	ReLU-SELU	x1	x2	x3
top1		0,517	0,635	0,126		0,068	0,513	0,060		0,076	0,082	0,095
top2	1x	0,555	0,631	0,526	1x	0,065	0,048	0,063	1x	0,077	0,097	0,088
top1		0,699	0,650	0,696		0,088	0,125	0,056		0,146	0,082	0,151
top2	2x	0,551	0,929	0,132	2x	0,176	0,070	0,072	2x	0,234	0,091	0,117
top1		0,656	0,165	0,909		0,145	0,096	0,081		0,205	0,080	0,066
top2	3x	0,535	0,654	0,133	3x	0,150	0,121	0,070	3x	0,094	0,088	0,096
	LeakyR-ReLU	x1	x2	x3	LeakyR-LeakyR	x1	x2	x3	LeakyR-SELU	x1	x2	x3
top1		0,613	0,946	0,195		0,155	0,112	0,070		0,068	0,088	0,080
top2	1x	0,610	0,937	0,062	1x	0,149	0,075	0,064	1x	0,067	0,085	0,079
top1		0,605	0,643	0,941		0,150	0,076	0,078		0,070	0,093	0,063
top2	2x	0,338	0,079	0,963	2x	0,130	0,125	0,064	2x	0,076	0,069	0,085
top1		0,615	0,085	0,102		0,095	0,073	0,068		0,079	0,077	0,074
top2	3x	0,618	0,955	0,058	3x	0,046	0,073	0,067	3x	0,084	0,061	0,091
	SELU-ReLU	x1	x2	x3	SELU-LeakyR	x1	x2	x3	SELU-SELU	x1	x2	x3
top1		0,524	0,659	0,060		0,130	0,133	0,070		0,098	0,066	0,060
top2	1x	0,155	0,485	0,062	1x	0,131	0,120	0,117	1x	0,158	0,083	0,062
top1		0,520	0,086	0,068		0,292	0,128	0,090		0,085	0,082	0,090
top2	2x	0,158	0,081	0,968	2x	0,391	0,126	0,134	2x	0,091	0,076	0,065
top1		0,617	0,272	0,970		0,134	0,128	0,067		0,089	0,071	0,060
top2	3x	0,521	0,208	0,065	3x	0,114	0,107	0,058	3x	0,115	0,079	0,067



$$\mathcal{L} = \alpha \mathcal{L}_{BCE}^S + \beta \mathcal{L}_{BCE}^T + \gamma \mathcal{L}_S + \theta \mathcal{L}_T,$$



Лаб. № 77

Зав. лаб.

К.Т.Н.

Макаренко А.В.

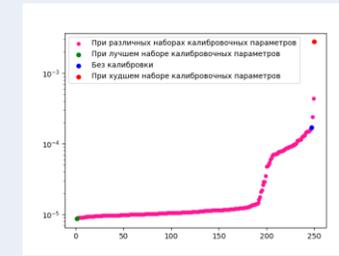
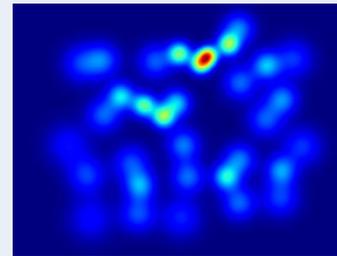
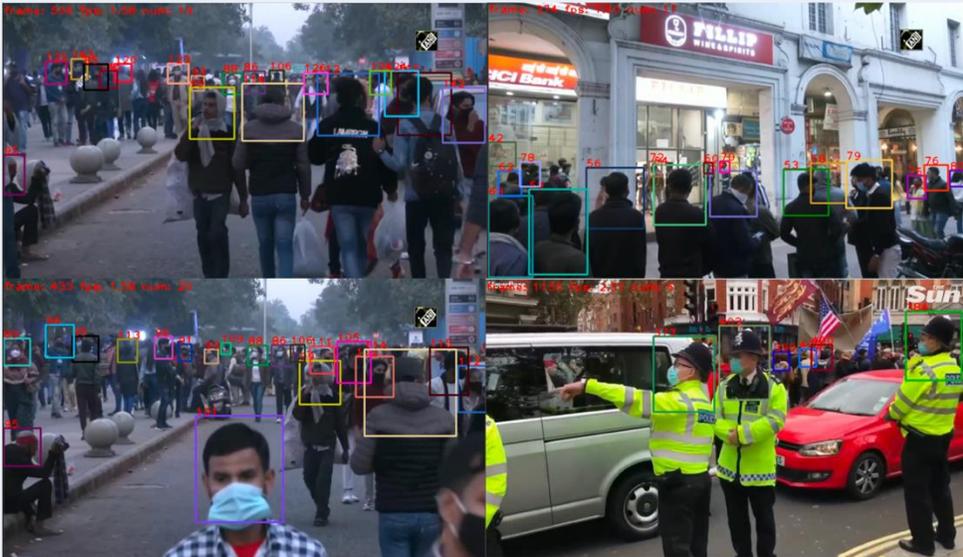
СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Машинное зрение и робототехника

На основе нейросетевых моделей разработан комплексный подход к распознаванию по видеопоследовательности внешних признаков наблюдаемых объектов в сложных условиях видеосъемки (на примере детекции правильности использования СИЗ органов дыхания).

Предложены подход и алгоритм автоматизации процесса калибровки широкоугольных камер в системах прецизионного компьютерного зрения через расчет коэффициентов кривизны по опорным кадрам в видеопотоке.

На основе сверточной нейросетевой модели разработан и исследован в первом приближении метод оценивания по видеоданным числа наблюдаемых объектов в плотной группе и плотности их скопления.



Лаб. № 77

Зав. лаб.

К.Т.Н.

Макаренко А.В.

СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Многоагентные модели

для проектирования управляющих систем и автономных роботов

Разработана модель распространения агентов, например, вредителей. Получено аналитическое выражение для вероятности $Pr(|S_n| \leq r)$ обнаружения агента в круге радиуса r на шаге n распространения агентов.

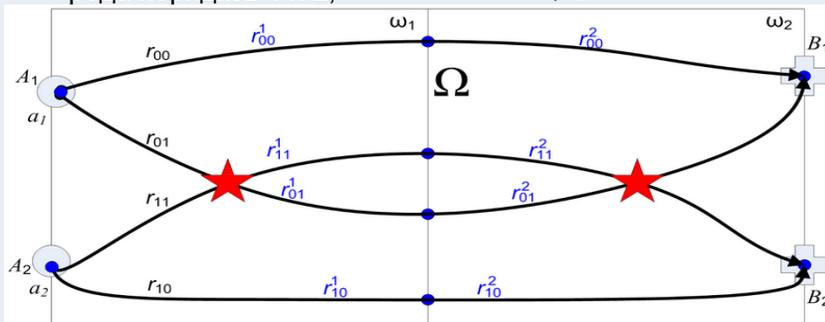
Предложена интерпретация задачи многоагентного поиска оптимального пути в динамическом окружении как многоэтапной игры со стратегиями в банаховом пространстве. Исследованы условия существования равновесного и оптимального решений задачи.

Разработан алгоритм синтеза целесообразных движений автономного шагающего робота с применением генератора походки CPG и нейросетевых моделей обучения с подкреплением.

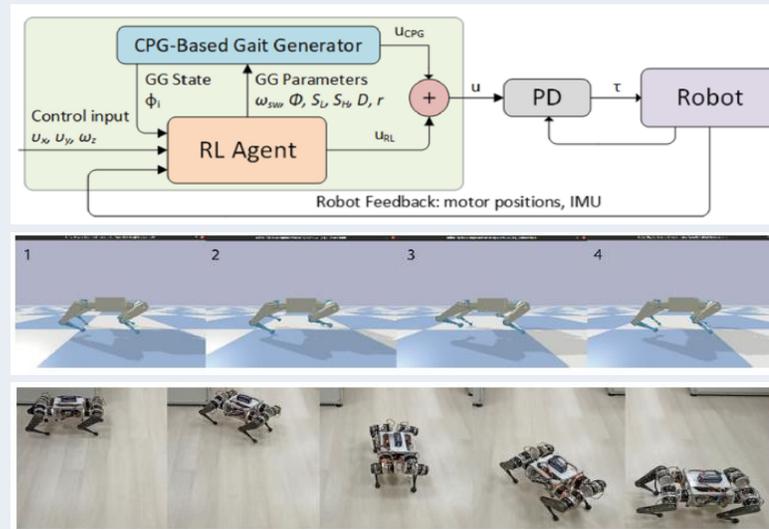
$$Pr(|S_n| \leq r) = \chi(r)r \int_0^\infty J_1(rt) \prod_{m=1}^n J_0(l_m t) dt$$

J_0, J_1 — функции Бесселя первого рода порядков 1 и 2,

$$\chi(r) = \begin{cases} 1 & \text{if } r \neq |S_n|; \\ \frac{1}{2} & \text{if } r = |S_n| \end{cases}$$



Фрагменты траекторий агентов как ситуации в игре



Синтез движений четырехногого робота

Лаб. № 90

Зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Кузнецов А.В.

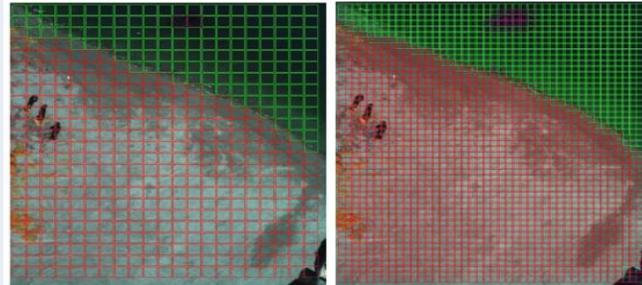
СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Алгоритмическое обеспечение для систем управления сельскохозяйственного назначения

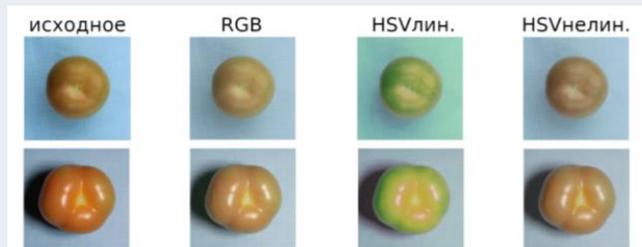
Решена задача коррекции цвета фотографий томатов, выращиваемых в промышленных тепличных комплексах.

Разработано программно-алгоритмическое обеспечение для обнаружения загрязнений водоемов на мультиспектральных аэрофотоснимках с применением сверточных нейронных сетей.

*Нейросетевая детекция
загрязнений водоемов*



*Цветокоррекция
фотографий томатов*



$$\begin{cases} H_Y = \alpha_0 + \alpha_1 H_X, \\ S_Y = \gamma_0 + \gamma_1 S_X + \gamma_2 S_X^2 + \gamma_3 S_X^3 + \gamma_4 S_X^4 + \gamma_5 V_X, \\ V_Y = \beta_0 + \beta_2 S_X + \beta_3 V_X. \end{cases}$$

Лаб. № 90

Зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Кузнецов А.В.

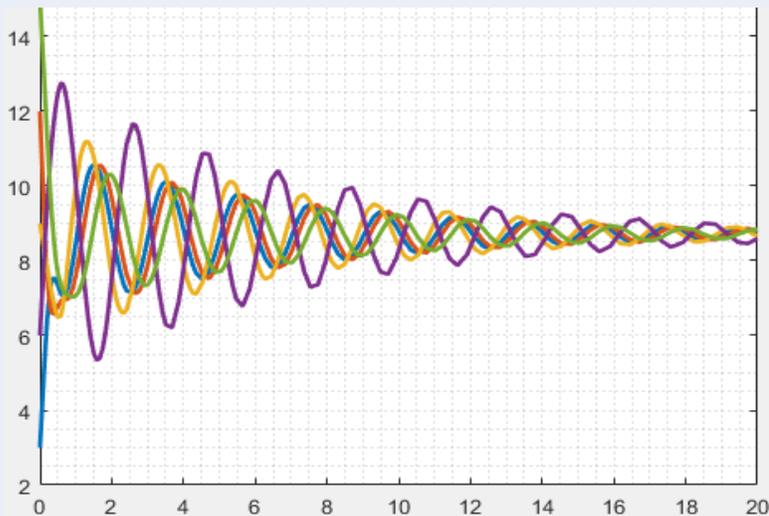
СЕКЦИЯ 2: Управление социально-экономическими и медико-биологическими системами

Консенсус в многоагентной системе с запаздыванием

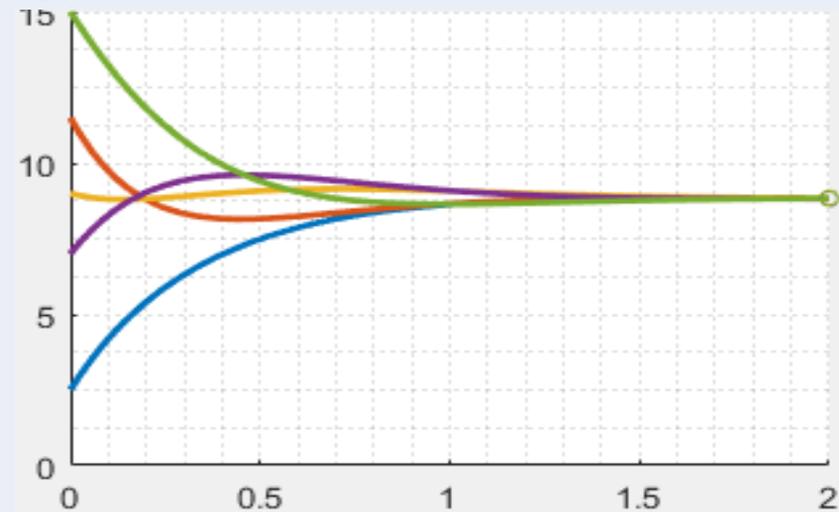
Для случая, когда запаздывание зависит от номера агента, доказано, что условие достижения консенсуса в такой системе эквивалентно условию достижения консенсуса для некоторой другой системы с единичными задержками.

Доказано, что, если в системе консенсус достигается, то его значение не зависит от запаздываний агентов и равно консенсусу той же системы без запаздывания.

Установлено, что пороговое значение запаздываний для достижения консенсуса, полученное Олфати-Сабером и Мюрреем в 2004 г. для базового протокола типа $\dot{x}(t) = -Lx(t - \tau)$, и некоторые другие результаты для МАС с орграфом являются частными случаями результата Я.З.Цыпкина 1946 г., который может быть использован и для других сложных протоколов второго порядка.



Достижение консенсуса с запаздыванием



Достижение консенсуса без запаздывания

Значение консенсуса для обоих случаев равно 8.72, и не зависит от запаздываний.

Лаб. № 11

Зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Жилякова Л.Ю.

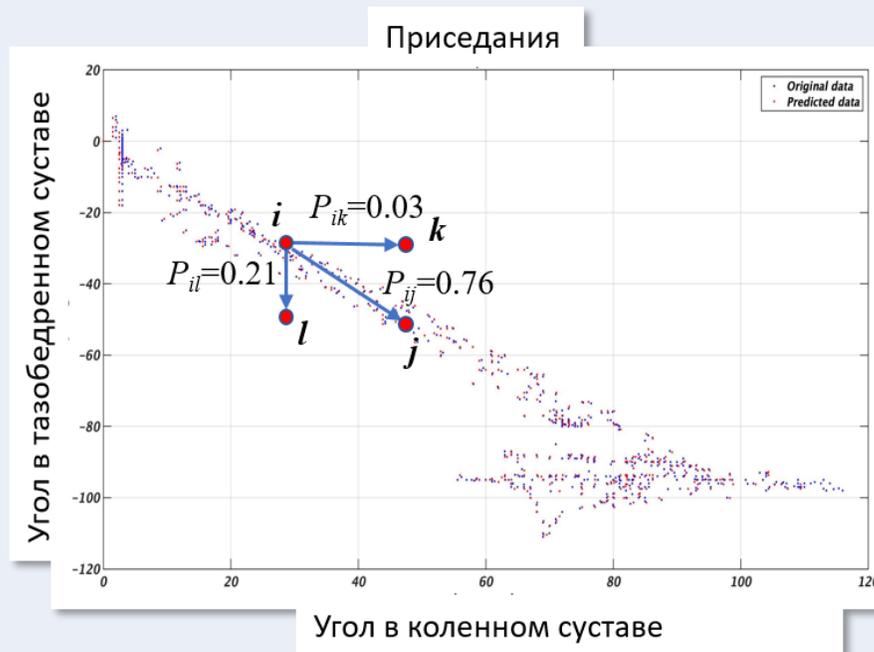
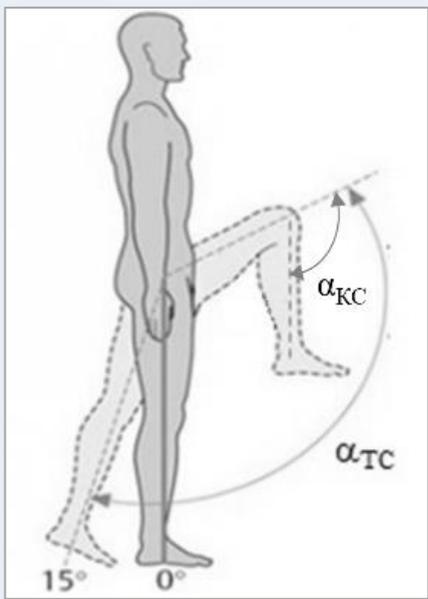
СЕКЦИЯ 2: Управление социально-экономическими и медико-биологическими системами

Бионическое моделирование

Исследована задача предсказания состояния бионического протеза по экспериментальным данным. Разработан алгоритм прогноза состояния бионического протеза с помощью марковской цепи в пространстве лагов.

Качество прогноза оценено на экспериментальных данных для 14 типов движения.

Ошибка составила 4-6 градусов для большинства движений, до 10 для некоторых. Ошибка достаточно мала с точки зрения использования метода в системе управления протезом.



Лаб. № 11

Зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Жилякова Л.Ю.

СЕКЦИЯ 2: Управление социально-экономическими и медико-биологическими системами

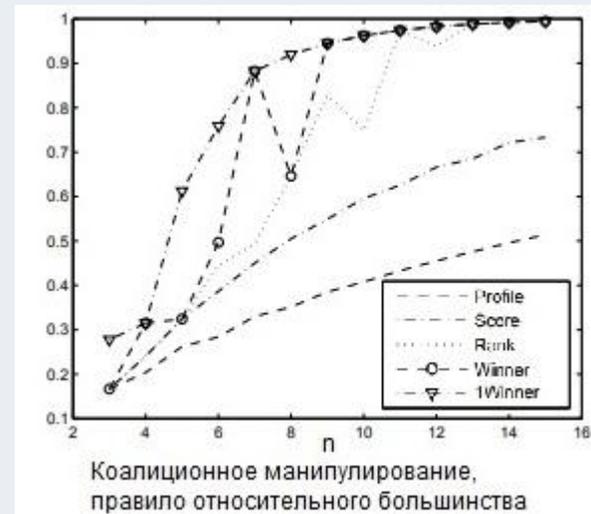
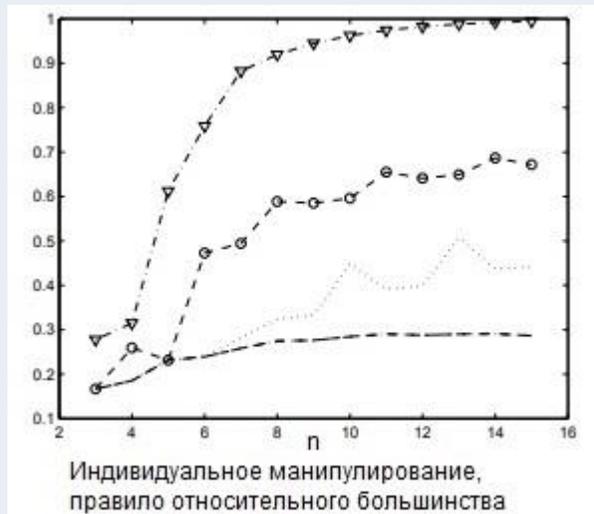
Изучение структурированных профилей предпочтений, процедур голосования

Разработаны алгоритмы решения вычислительных задач коллективного выбора при сепарабельных предпочтениях. Разработан алгоритм выборки сепарабельных профилей предпочтений при предположении о равномерном распределении. В пространственной модели голосования найдена доля ситуаций, приводящих к равновесию по Нэшу в искренних стратегиях.

Модель коалиционного манипулирования при неполной информации исследована теоретически. Показано, что при публичной информации о единственном победителе голосования вероятность коалиционного и индивидуального манипулирования совпадают. Для правила относительного большинства и правила Борда доказаны теоремы об асимптотическом поведении вероятности манипулирования при различных типах публичной информации.

Лаб. № 25

Зав. лаб.
Д.Т.Н.
Алескеров Ф.Т.



СЕКЦИЯ 2: Управление социально-экономическими и медико-биологическими системами

Анализ данных по Covid-19. Сетевой анализ

Проведён анализ данных по заболеванию коронавирусной инфекцией в разных странах мира. Построена модель количества новых случаев инфицирования в краткосрочной перспективе. Дано описание и состав полученных групп. Проведён анализ эффективности противокоронавирусных карантинных мер в разных странах с помощью интервальных методов оболочечного анализа данных.

Предложены новые модели центральности в сети с использованием позиционных процедур агрегирования, разработаны методы оценивания манипулируемости задачи агрегирования. Проведена вычислительная оценка степени манипулируемости в сети для известных позиционных процедур агрегирования с использованием индекса Ницана-Келли.

Впервые проведен анализ сети цитирования публикаций, посвященных различным аспектам болезни Паркинсона, по данным базы Microsoft Academic Graph. Проанализировано 39811 публикаций, 310829 ссылок, 27551 авторов и 3045 аффилиаций (университетов или научных институтов) за период времени с 2015 г. до 2021 г. С помощью новых индексов центральности (Bundle и Pivotal influence) проведено ранжирование, отражающее значимость авторов и аффилиаций. Полученные результаты позволяют выявлять наиболее влиятельных исследователей и научные центры в данной области исследований и отслеживать изменение их влияния.

Лаб. № 25

Зав. лаб.

Д.Т.Н.

Алескеров Ф.Т.

Топ-10 авторов (Parkinson's disease)

1. Ronald B. Postuma	Montreal General Hospital
2. E. Ray Dorsey	University of Rochester
3. Anthony H.V. Schapira	University College London
4. Alicia M. Pickrell	NINDS
5. Ole-Bjørn Tysnes	Haukeland University Hospital
6. Timothy R. Sampson	California Institute of Technology
7. Alberto J. Espay	University of Cincinnati
8. Mike A Nalls	National Institutes of Health
9. Alberto Ascherio	Harvard University
10. Daniel Weintraub	Veterans Health Administration

Топ-10 институтов (Parkinson's disease)

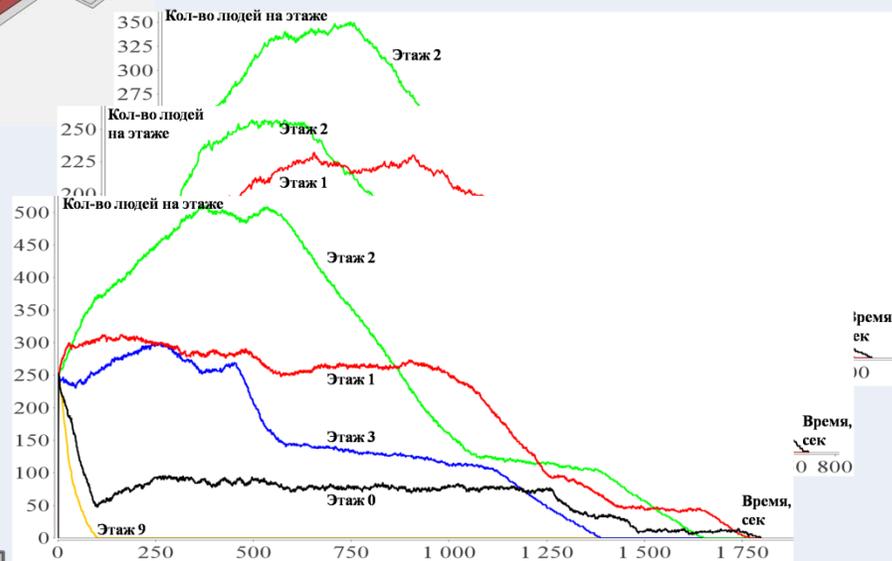
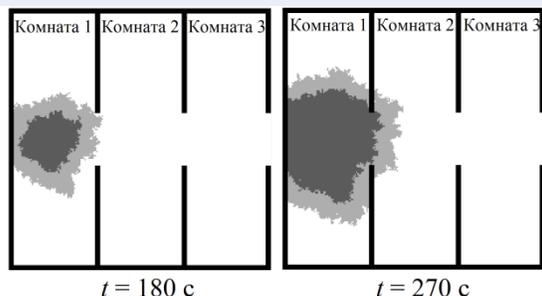
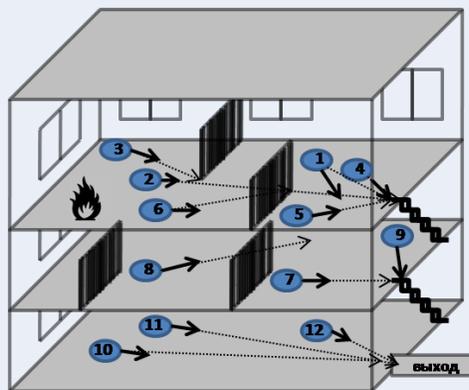
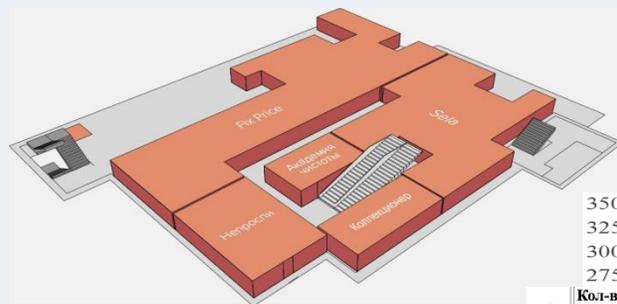
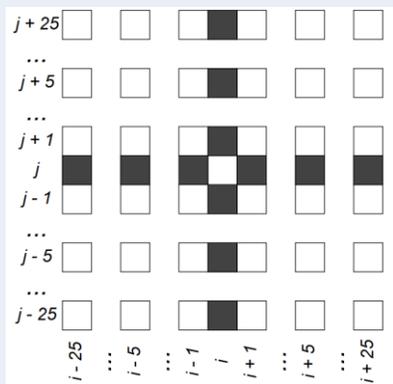
1. UCL Institute of Neurology
2. University College London
3. Harvard University
4. National Institutes of Health
5. University of Oxford
6. Northwestern University
7. University of Cambridge
8. University of Pennsylvania
9. Capital Medical University
10. Radboud University Nijmegen

СЕКЦИЯ 2: Управление социально-экономическими и медико-биологическими системами

Математическое моделирование распространения пожара и движения людей для анализа возможности оперативной эвакуации

Распространение основных факторов пожара в помещениях сложной формы представлено клеточными автоматами.

Для эвакуации людей построена мультиагентная модель с учетом физических столкновений между ними.



Лаб. № 33

Зав. лаб.
Д.Т.Н.
Дранко О.И.

СЕКЦИЯ 2: Управление социально-экономическими и медико-биологическими системами

Методы стресс-тестирования экономического состояния организаций России

Развит подход к стресс-тестированию нефинансовых организаций России.

Основной критерий: достаточность (неотрицательность) прогнозного количества денежных средств.

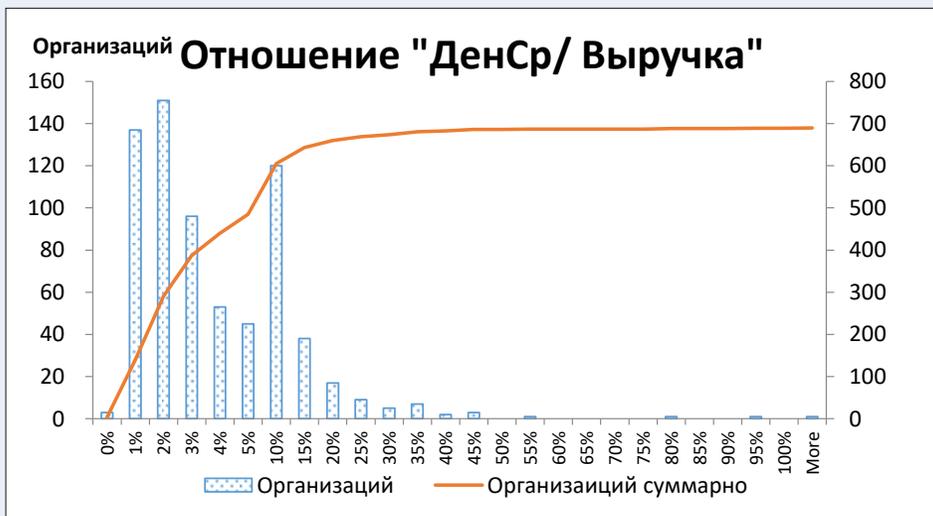
Создана база данных финансовой отчетности (1,4 млн. российских организаций).

Проведены пилотные расчеты однофакторного стресс-теста для пилотной отрасли.

Расчет показал, что большинство российских организаций имеют достаточный запас прочности по критерию потенциального падения выручки (на 2022 г.).

Лаб. № 33

Зав. лаб.
Д.Т.Н.
Дранко О.И.

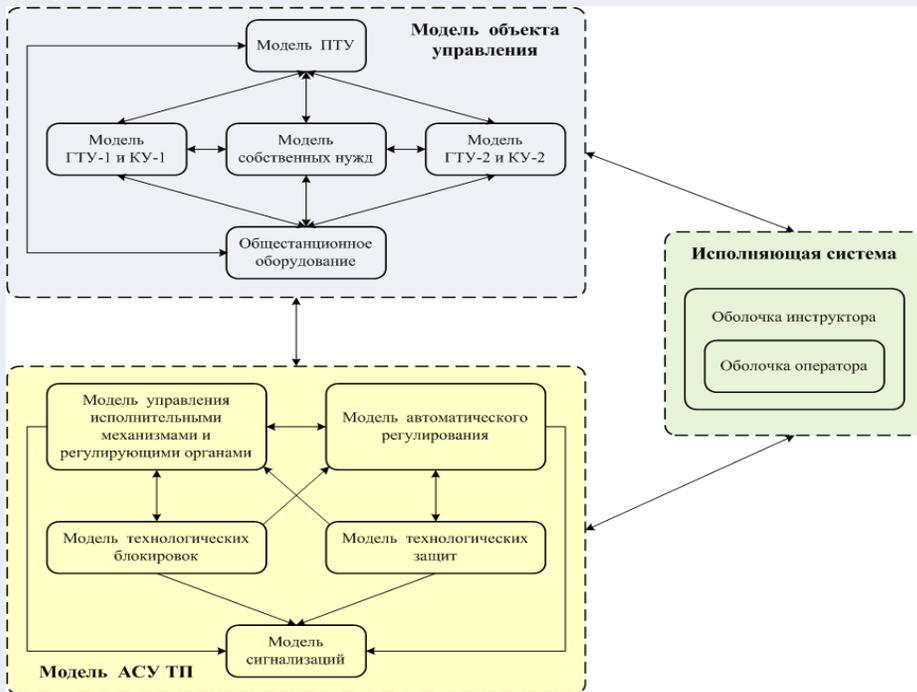


СЕКЦИЯ 2: Управление социально-экономическими и медико-биологическими системами

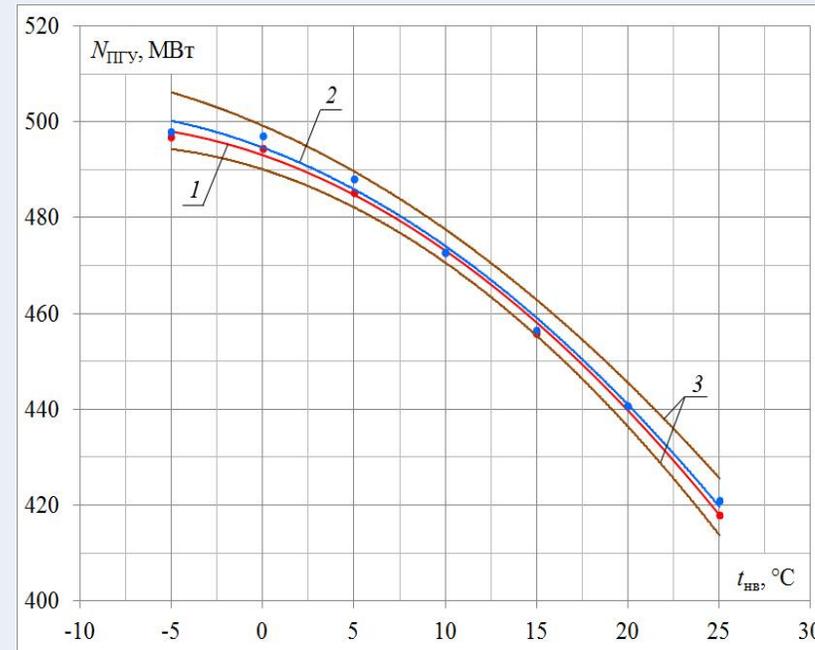
Разработка гибридных методов моделирования и управления ТЭС

Разработана гибридная модель блока парогазовой установки ПГУ 450-Т.

Модель включает в себя аналитические модели тепло- и массообмена технологических процессов и оборудования ТЭС и АСУ ТП, статистические, адаптивные и предиктивные алгоритмы уточнения характеристик моделей в течение функционирования и изменения режимов энергоблока в реальном времени.



Погрешность рассчитываемых по модели показателей не превышала 3% по сравнению с их измеренными значениями



1 — аппроксимация экспериментальных данных;
2 — аппроксимация данных по модели;
3 — верхняя и нижняя граница доверительного коридора $P_{\text{дов}} = 0,95$

Лаб. № 40

Зав. лаб.

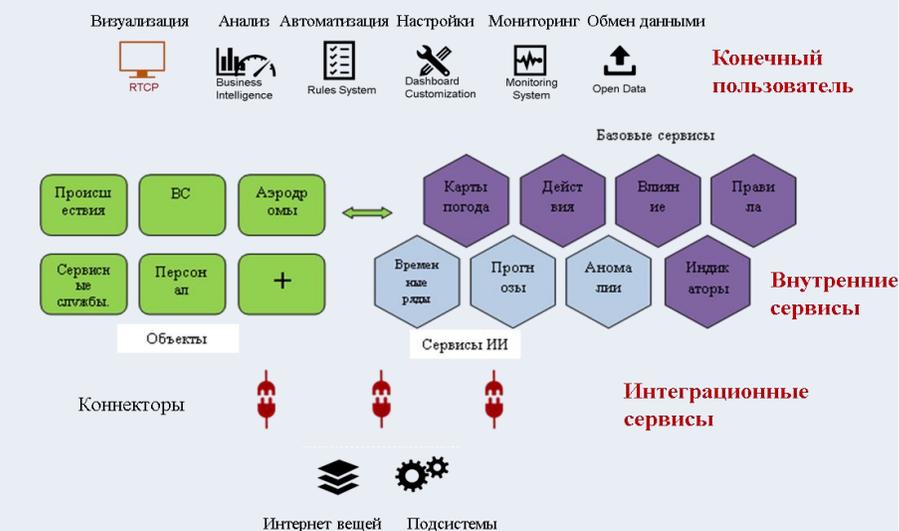
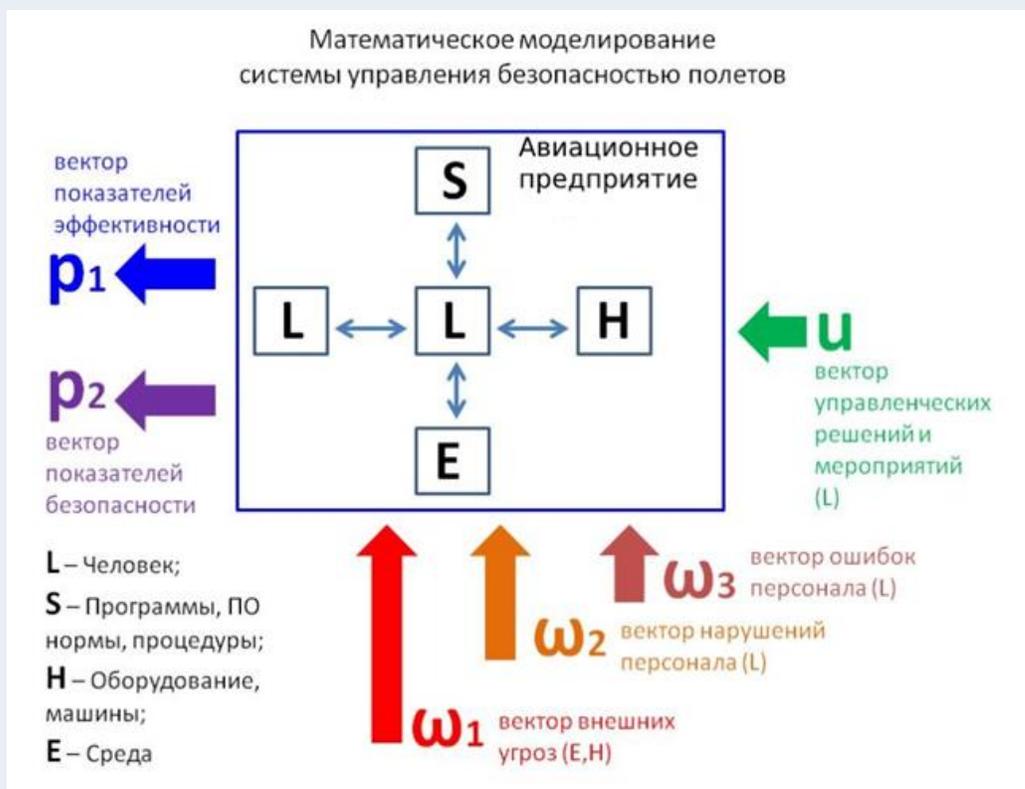
К.Т.Н.

Пащенко А.Ф.

СЕКЦИЯ 2: Управление социально-экономическими и медико-биологическими системами

Разработка методологии для оценки влияния факторов опасности и управленческих решений на безопасность полетов в гражданской авиации

Разработана концепция новой модели оценки влияния факторов опасности на безопасность полетов. Модель включает блоки анализа данных и прогнозирования, основанные на интеллектуальных методах обработки больших данных с учетом возможной неполноты данных, отсутствия формализованного описания ряда параметров, либо их описания в качественном виде. Модель предложена для использования на всех предприятиях – поставщиках обслуживания в гражданской авиации.



Предлагаемые методы включают элементы статистического анализа, машинного обучения, нейросетевых технологий, нечеткой логики, адаптивного и упреждающего управления на основе баз данных и баз знаний.

Лаб. № 40

Зав. лаб.
К.Т.Н.
Пашенко А.Ф.

СЕКЦИЯ 2: Управление социально-экономическими и медико-биологическими системами

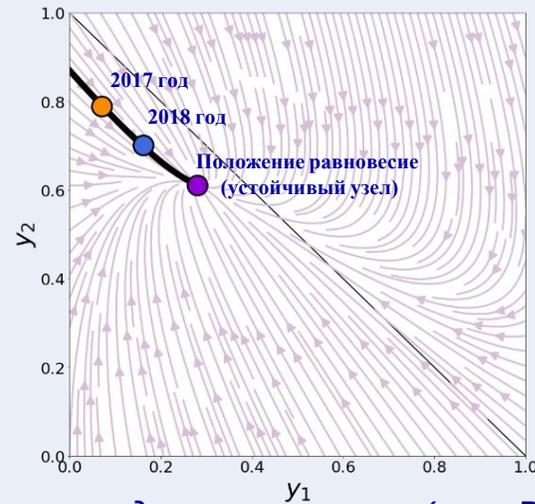
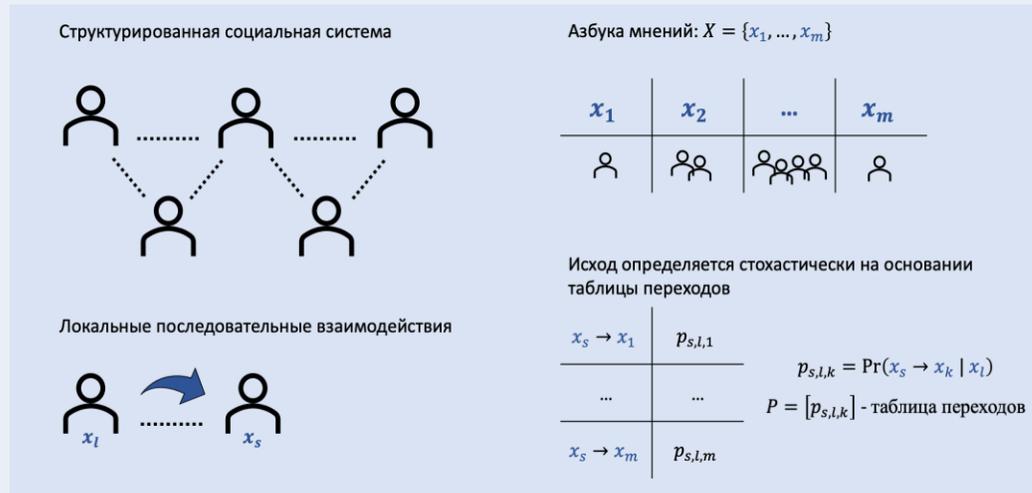
SCARDO-модель социального влияния

С учетом опыта проведенных ранее эмпирических исследований разработана оригинальная агентная модель, предлагающая общий подход к анализу процессов социального влияния в обществе. В основе модели лежат конструкции «азбука мнений» и «таблица переходов», позволяющие эффективно кодировать широкий спектр механизмов социального влияния в рамках парадигмы стохастических взаимодействий.

Модель изучена аналитически, для нее построено приближение среднего поля. Полученные результаты подтверждены в рамках численных экспериментов; показаны границы применимости приближения среднего поля, в том числе для структурированных систем. В ходе численных экспериментов удалось достаточно точно симитировать реальную социальную систему – онлайн-сеть ВКонтакте, информация о динамике мнений пользователей которой использовалась для калибровки модели.

Лаб. № 57

Зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Чхартишвили А.Г.



Фазовый портрет динамики системы (сеть ВКонтакте)

СЕКЦИЯ 2: Управление социально-экономическими и медико-биологическими системами

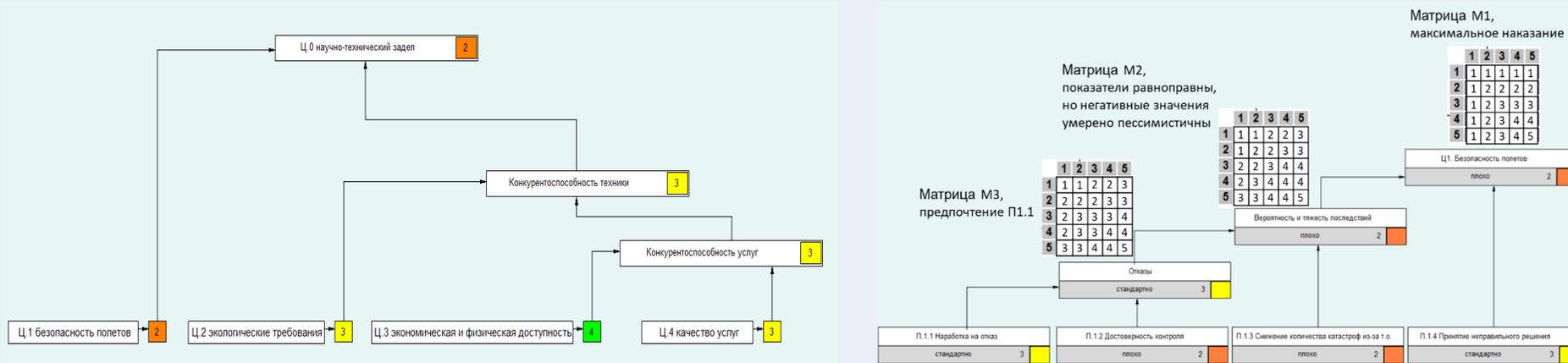
Развитие механизмов комплексного оценивания безопасности транспортных средств при выполнении полетных заданий

Разработана методика построения системы прогнозирования при помощи механизма комплексного оценивания (МКО). На основании предложенной методики и неполных данных с параметрами «Наработка на отказ», «Достоверность контроля», «Снижение количества катастроф из-за технических отказов», «Вероятность принятия неправильного решения» решены следующие задачи.

1. При помощи предложенного метода оценки числа групп эквивалентности отсеяны заведомо нереализуемые структуры МКО.

2. Использован алгоритм синтеза механизмов. В результате получены пять МКО, полностью реализующих все примеры заданного набора данных.

3. Разработан метод построения прогнозной системы на основе техники агрегации оценок ансамбля МКО. Построена прогнозная система, применимая для решения задачи управления выбором параметров безопасности транспортных средств при выполнении полетных заданий.



Лаб. № 57

Зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Чхартишвили А.Г.

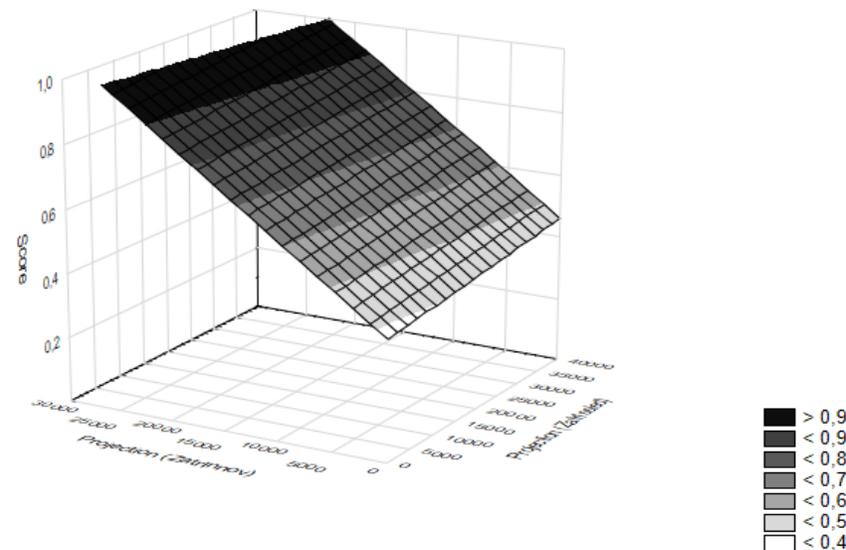
СЕКЦИЯ 2: Управление социально-экономическими и медико-биологическими системами

Методы и модели оценки текущей эффективности региональных экономических систем

На примере данных регионов Северо-Западного Федерального округа РФ за 2020 год показано при помощи инструментария DEA (анализ среды функционирования), что для достижения оптимальных параметров развития инновационно-технологической сферы большое значение имеет не столько регулирование текущих объемов затрат на исследования и разработки, сколько затраты на инновации и повышение общего технологического уровня производства. Добавление вредных выбросов (в качестве отрицательного выхода), производительности труда, уровня занятости не добавляет принципиальной новизны в оценке текущей эффективности экономики регионов.

Изменение в уровне технологического развития региональной экономики закладывает основу для ускоренного обеспечения переноса технологий параллельного импорта и ускорение технико-экономического развития хозяйственных систем.

3М Графики поверхностей для Score и Projection (Zatrissled) и Projection (Zatrinnov)
Таблица данных 1 5v*88с
Score = 0,3754+2,1324E-6*x+2,3788E-5*y



Лаб. № 67

Зав. лаб.
Д.Э.Н.
Нижегородцев Р.М.

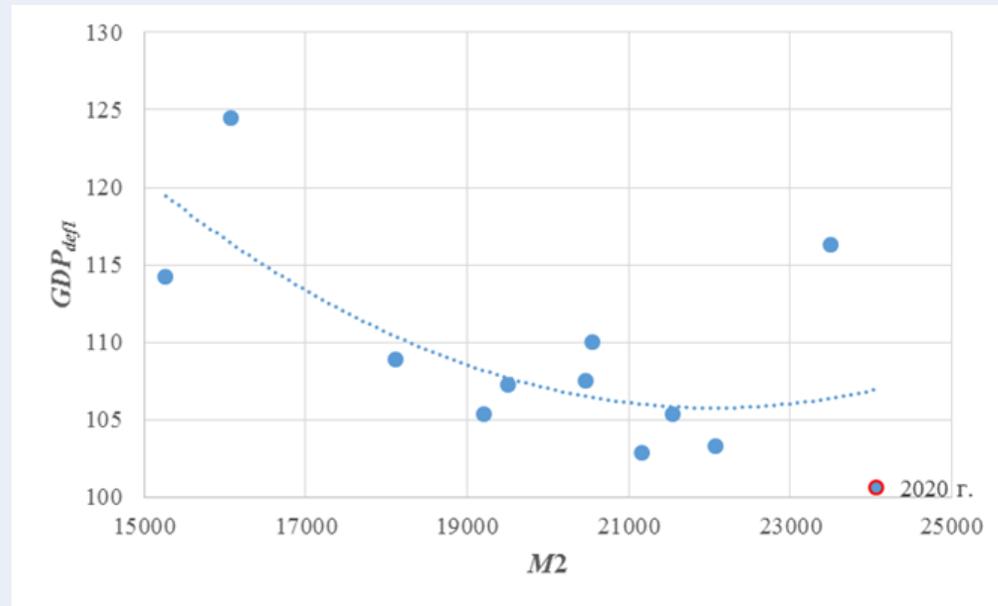
СЕКЦИЯ 2: Управление социально-экономическими и медико-биологическими системами

Методы прогнозирования темпов инфляции в странах – членах Евразийского экономического союза

На основе построенных лаговых факторных регрессионных моделей разработаны среднесрочные сценарные прогнозы темпов инфляции по каждой стране Евразийского экономического союза на 2022-2024 годы. Для Республики Беларусь умеренное ужесточение монетарной политики (сжатие денежной массы на 2 п.п.) позволит удержать темп инфляции в пределах 5% за рассматриваемый период.

Для остальных четырех стран снижение темпов инфляции связано с ростом госрасходов, повышающим норму накопления. При разумных предположениях в России и в Кыргызстане в данном сценарии инфляция удерживается в диапазоне 13% в 2024 году, в Армении составит около 7,5%, в Казахстане чуть более 4%.

Результаты получены в рамках НИР по заказу Евразийской экономической комиссии



Кривая связи между дефлятором ВВП и объемом денежной массы, Россия, 2010-2021 гг.

$$GDP_{defl} = 345,15 - 0,02 * M2 + 5,81 * 10^{-7} * M2^2 - 13,92 * D$$
$$R^2 = 0,63 \quad (D = 1 \text{ для } 2020 \text{ года})$$

Лаб. № 67

Зав. лаб.
Д.э.н.
Нижегородцев Р.М.

СЕКЦИЯ 2: Управление социально-экономическими и медико-биологическими системами

Перспективные стратегические направления повышения эффективности управления индивидуальным и общественным здоровьем

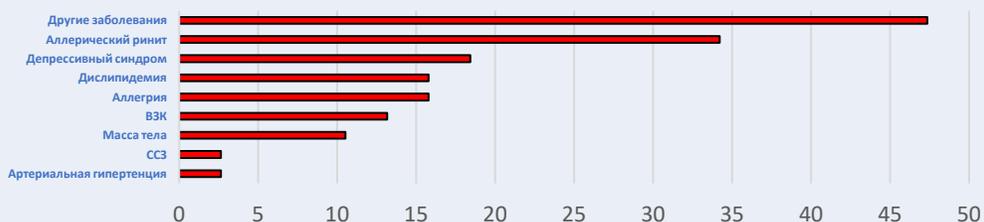
Определены, представлены международному сообществу и одобрены основные направления стратегического развития комплекса мер по повышению общественного здоровья.

Повышение общественного здоровья рассматривается как комплексный мультидисциплинарный процесс, проходящий в условиях противоречивых интересов ведомств и других институциональных структур, основанный на доказательных данных, мониторинговании, прогнозировании и риск-ориентированном управлении показателями индивидуального и общественного здоровья.

Управление общественным здоровьем направлено на снижение медицинского, экономического и социального бремени болезней.

Показана возможность формирования принципиально новых подходов к снижению бремени болезни у высокочеловеческих пациентов с системными заболеваниями путем воздействия, с помощью инновационной таргетной терапии, на единые патогенетические механизмы всего комплекса основного и сопутствующих заболеваний.

Пример: комплекс сопутствующих заболеваний у взрослых с атопическим дерматитом (% пациентов)



Лаб. № 81

Зав. лаб.
Д.М.Н.
Мешков Д.О.

СЕКЦИЯ 2: Управление социально-экономическими и медико-биологическими системами

Алгоритмы оценки и внедрения математических моделей для экспертной поддержки решений в управлении индивидуальным и общественным здоровьем

Сформулированы требования к моделям и алгоритмам, предназначенным для прогноза и управления здоровьем на примере моделирования течения пандемии COVID-19. Эти требования использованы для оценки моделей, разработанных в Северо-восточном федеральном университете.

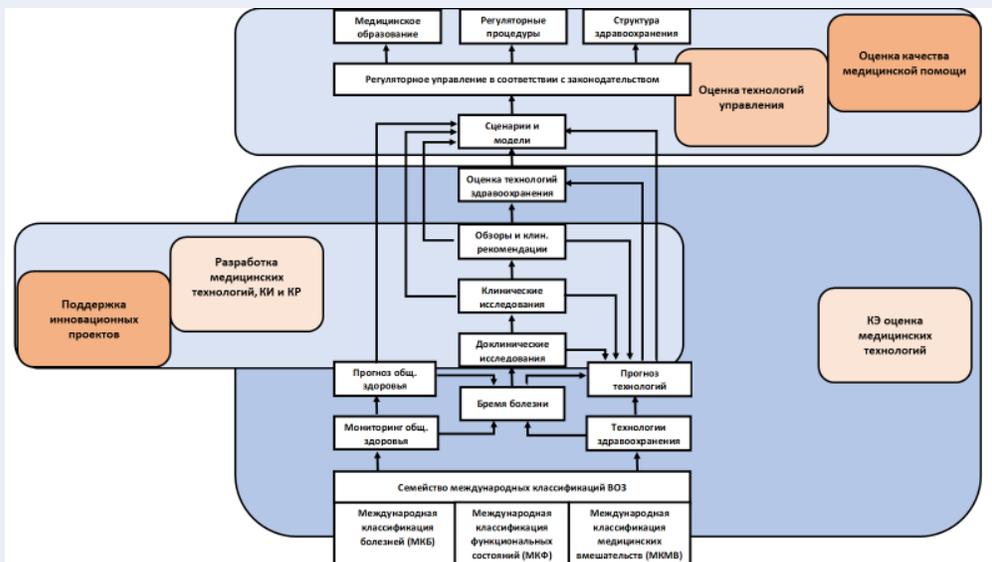
Аналитические материалы по рациональному использованию медицинских технологий как инструмента управления общественным здоровьем, представленные в формате монографии, были высоко оценены и использованы в работе Экспертного совета по здравоохранению Межпарламентской ассамблеи стран-участниц СНГ.

Лаб. № 81

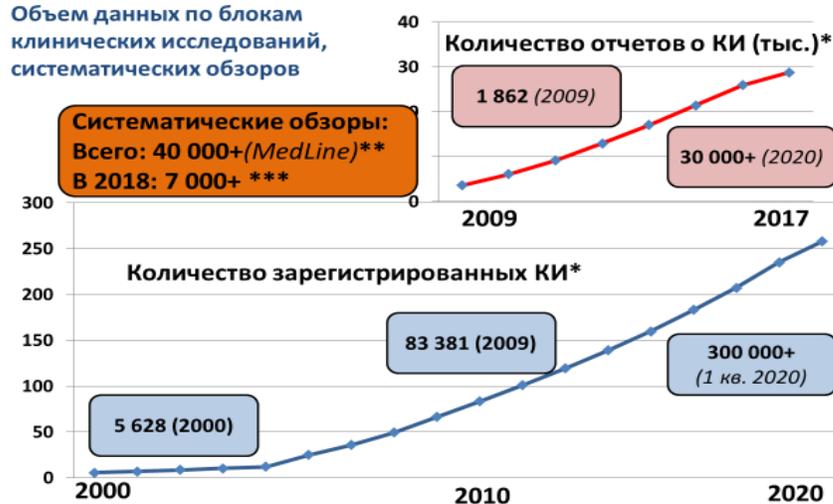
Зав. лаб.

Д.М.Н.

Мешков Д.О.



Объем данных по блокам клинических исследований, систематических обзоров



Систематические обзоры:
Всего: 40 000+ (MedLine)**
В 2018: 7 000+ ***

* <https://clinicaltrials.gov/ct2/resources/trends>

** <http://www.cochranelibrary.com/cochrane-database-of-systematic-reviews>

*** www.medline.pubmed

**** ACTO Newsletters # 17

СЕКЦИЯ 3: Технические и программные средства управления, контроля и измерения

Методы и технические средства систем измерения и управления

С целью развития методов исследования и построения элементов дискретной микрофлюидики разработана многомерная сетевая модель четырехкаскадного микроструйного генератора и методика исследования предельных характеристик быстродействия бистабильных микроструйных элементов.

В рамках работ по совершенствованию модели перемагничивания чувствительного элемента с гибридной наноструктурой, на основе решения уравнений микромагнетизма теоретически исследованы энергия и структура двумерной доменной границы, выполнен расчет изменения сопротивления анизотропного магниторезистивного элемента вдоль оси легкого намагничивания.

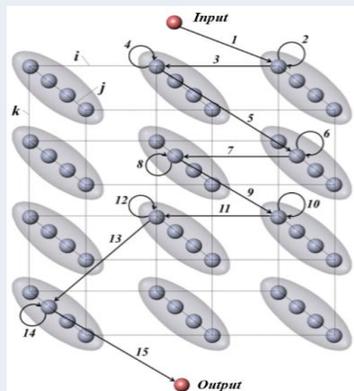
Для развития методического обеспечения синтеза высокоточных резонаторных радиоволновых измерительных устройств определены зависимости погрешностей измерения объема топлива (δV) и угла между осью бака и зеркалом топлива ($\delta\theta$) от уровня топлива (h_s) и относительного положения кольцевого чувствительного элемента (h_j).

Лаб. № 2

зав. лаб.

Д.Т.Н.

Балабанов А. В.



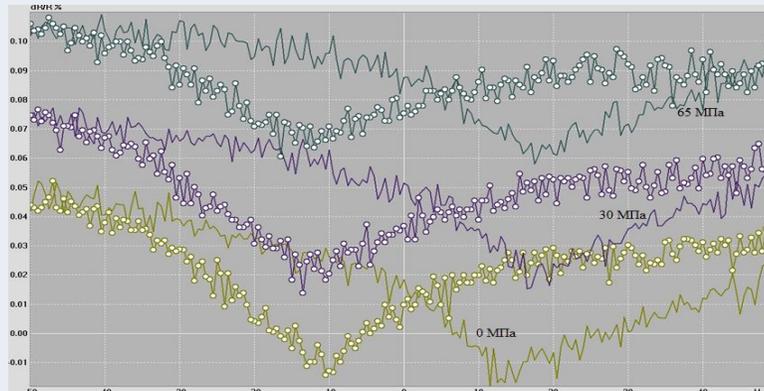
Многомерная сетевая модель микроструйного генератора



Микроструйный генератор



Макет датчика скорости



Изменение сопротивления анизотропного магниторезистивного элемента вдоль оси легкого намагничивания при напряжениях меньших напряжения инверсии

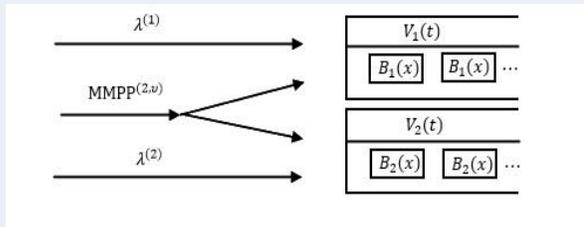
СЕКЦИЯ 3: Технические и программные средства управления, контроля и измерения

Исследование ресурсных гетерогенных систем массового обслуживания

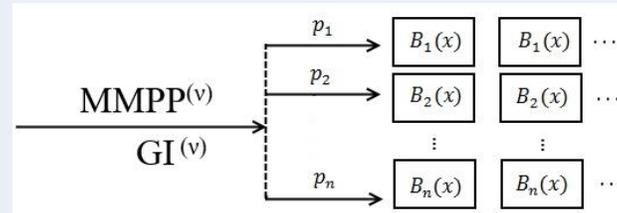
Построены математические модели гетерогенных ресурсных систем массового обслуживания для создания эффективных инструментов оценки работы радиоинтерфейсов сетей связи нового поколения при различных входящих потоках требований и характеристиках обслуживания.

Для системы с непуассоновскими (МАР, рекуррентным) входящими потоками и произвольным временем обслуживания разработана модификация метода асимптотического анализа в условии роста интенсивности входящего потока.

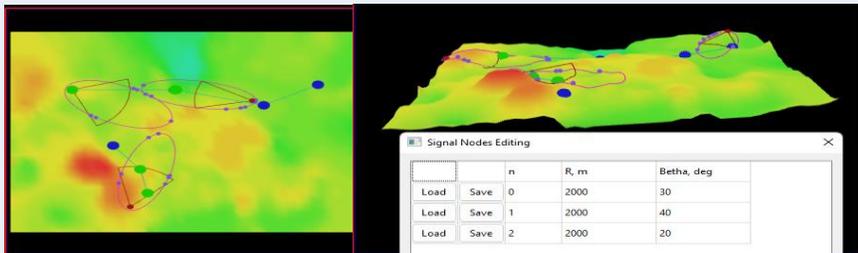
Модернизирована среда для быстрого проектирования временных сетей связи с учетом рельефа местности и траекторий движения. Добавлена возможность использовать направленные антенны. Разработана новая целевая функция для поиска точек размещения сетевых устройств. Добавлена возможность исследования динамических характеристик системы с учетом скоростей движения абонентов.



Ресурсная неоднородная СМО $(MMPP + 2M)^{(2,ν)} | GI(2) | ∞$



СМО с входящими потоками разнотипных требований



Использование направленных антенн

Ресурсная неоднородная СМО $(MMPP + 2M)^{(2,ν)} | GI(2) | ∞$

Исследование динамических характеристик системы

Лаб. № 17

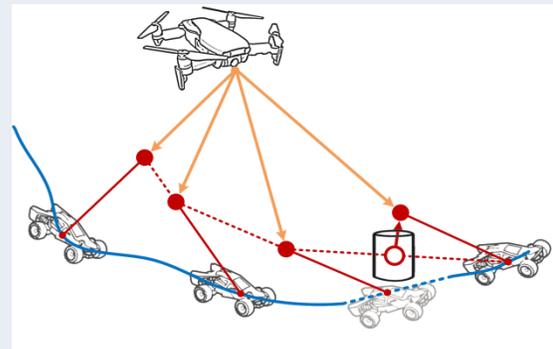
Зав. лаб.
Д.Т.Н.
Фархадов М.П.

СЕКЦИЯ 3: Технические и программные средства управления, контроля и измерения

Модели, алгоритмы и технические средства управления РТК и сетями (победа в соревновании IEEE Autonomous Unmanned Aerial Vehicles (UAV) Competition)

На реальном квадрокоптере были реализованы:

- алгоритм автономного преследования подвижной машины;
- движение с уклонением от препятствий с использованием только стереокамеры;
- детектирование и предсказание движения подвижной машины.



Лаб. № 17

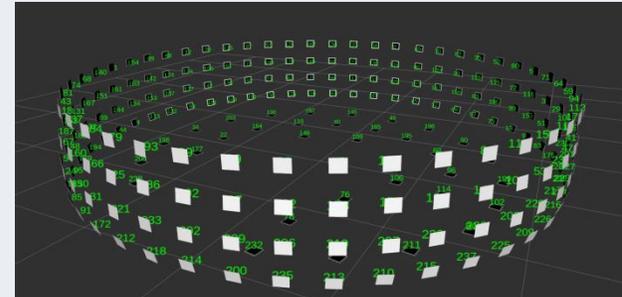
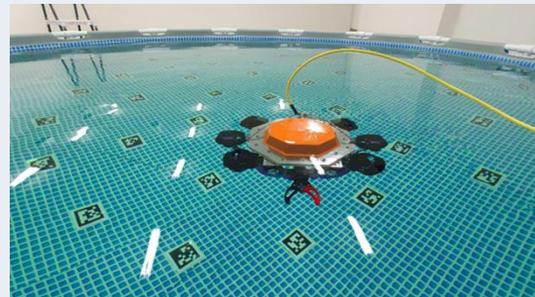
Зав. лаб.

Д.Т.Н.

Фархадов М.П.

Развитие программного и математического обеспечения управления подводным аппаратом, в том числе:

- проведение экспериментов по выявлению параметров аппарата и настройки регуляторов;
- оснащение бассейна визуальными метками для решения задач позиционирования.



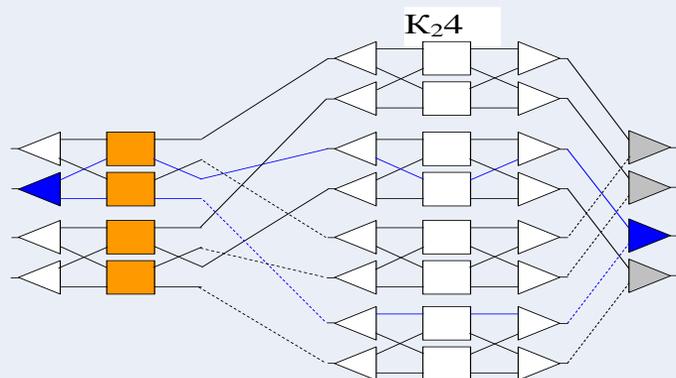
СЕКЦИЯ 3: Технические и программные средства управления, контроля и измерения

Методы обеспечения надежности и безопасности в средствах управления, вычислений и связи

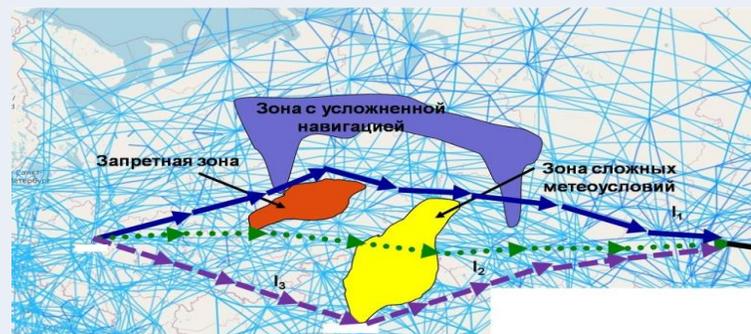
Разработан неблокируемый самомаршрутизируемый распределенный коммутатор с прямыми каналами как системная сеть для кластеров и суперкомпьютеров.

Полностью решена классическая коммутационная задача построения идеальной системной сети широкой масштабируемости.

Конфликты пакетов разрешаются только на входе в сеть с минимальными задержками. Построенная сеть имеет максимальное быстродействие.



Разработан метод, позволяющий определять уровень безопасности маршрутов полетов воздушных судов в условиях различной аэронавигационной обстановки.



Лаб. № 27
Зав. лаб.
Д.Т.Н.
Каравай М.Ф.

СЕКЦИЯ 3: Технические и программные средства управления, контроля и измерения

Оценка риска и обеспечение кибербезопасности атомных электростанций

Разработан метод синтеза топологии информационной сети АСУ ТП АЭС на основе принципа согласования дискреционной и мандатной модели безопасности.

Для детальной оценки риска и выбора мер защиты разработана иерархическая модель АСУ ТП АЭС, позволяющая уменьшить роль эксперта в классификации подсистем.



Монография одобрена НТС
№1 ГК Росатом

Лаб. № 31

Зав. лаб.
Д.Т.Н.
Полетыкин А.Г.

СЕКЦИЯ 3: Технические и программные средства управления, контроля и измерения

Программное обеспечение системы подготовки данных для АЭС Куданкулам (Индия), энергоблоки 3 и 4

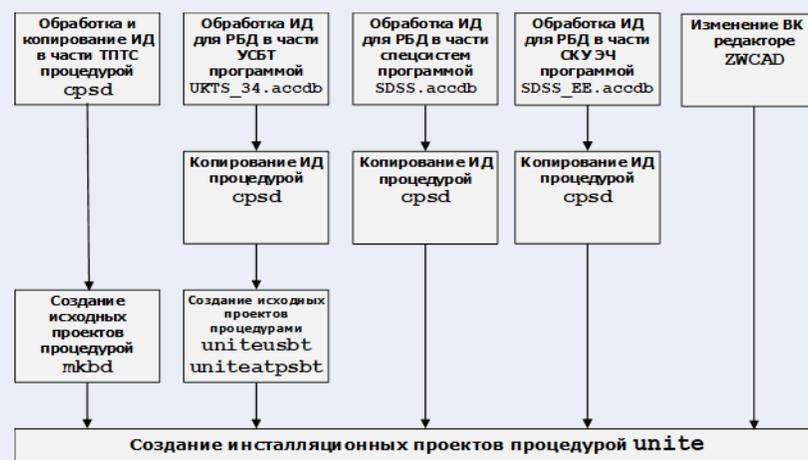
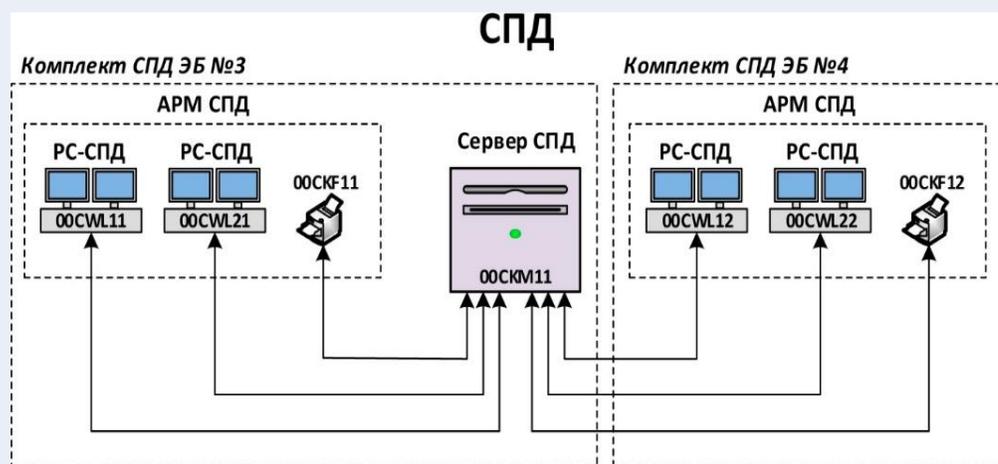
Завершена разработка программного обеспечения системы подготовки данных.

Разработана рабочая и эксплуатационная документация на русском и английском языках.

Для системы подготовки данных на основе методик оценки риска (рабочая группа организаций Росатома, КИАЭ и др. под руководством ИПУ РАН, 2021) возможностей операционной системы LICS (ИПУ РАН, 2017) разработана и установлена система киберзащиты.

Для автономных испытаний использована технология цифровых двойников (ИПУ РАН, 2020).

Проведены межведомственные приемочные испытания с участием индийского заказчика АЭС (сентябрь 2022).



Лаб. № 31

Зав. лаб.

Д.Т.Н.

Полетыкин А.Г.

СЕКЦИЯ 3: Технические и программные средства управления, контроля и измерения

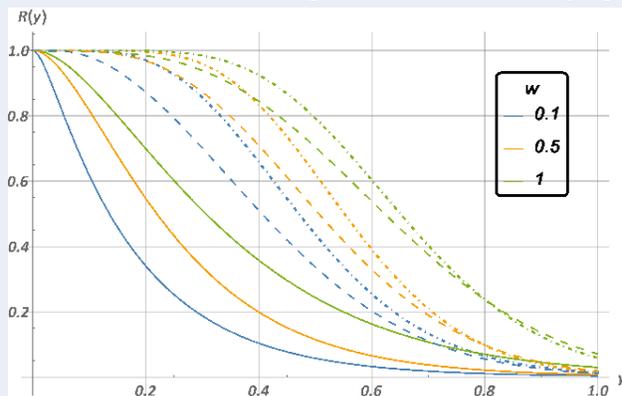
Математические модели и методы оценки характеристик телекоммуникационных сетей нового поколения

Разработан комплекс математических моделей и методов исследования надежности привязных высотных беспилотных телекоммуникационных платформ.

Разработан новый метод в теории очередей для оценки характеристик многоканальных приоритетных систем большой размерности с коррелированными входными потоками и пакет программ для численного анализа таких систем.

Разработана архитектура и методы оценки производительности коммутационных систем полностью оптических высокоскоростных сетей.

Функция надежности привязной платформы



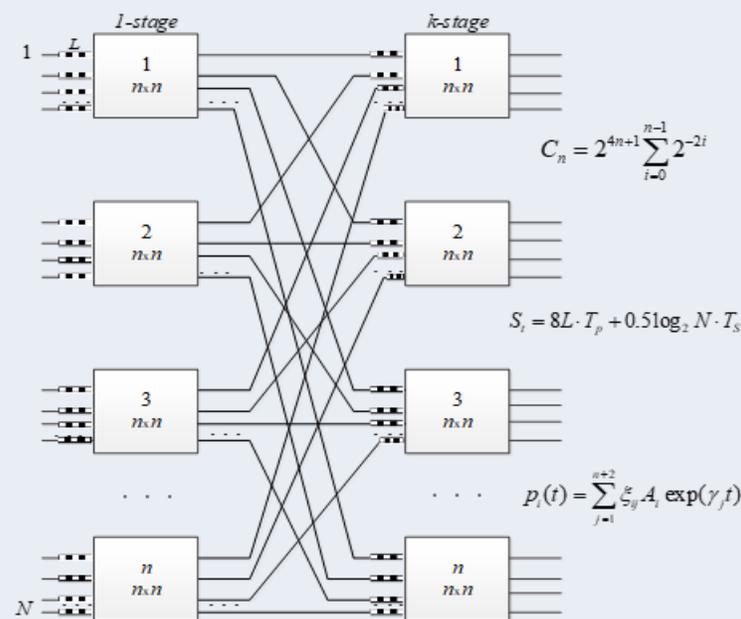
$$R(y) = 1 - F_{Y_k}(y) =$$

$$= 1 - \frac{n!}{(n-k)!} \int_0^y a(x_1) dx_1 \int_{x_1}^{z_1} a(x_2) dx_2 \cdots \int_{x_{k-1}}^{z_{k-1}} a(x_k) (1 - A(x_k))^{n-k} dx_k$$

где $z_0 = y$,

$$z_i = z_i(y; x_1, \dots, x_i) = \frac{y - W_1 x_1 + W_2 x_2 - \dots - W_i x_i}{w_1 w_2 \dots w_i} \quad (i = \overline{1, k-1}).$$

Архитектура оптического коммутатора



Лаб. № 69

Зав. лаб.

Д.Т.Н.

Вишневский В.М.

СЕКЦИЯ 3: Технические и программные средства управления, контроля и измерения

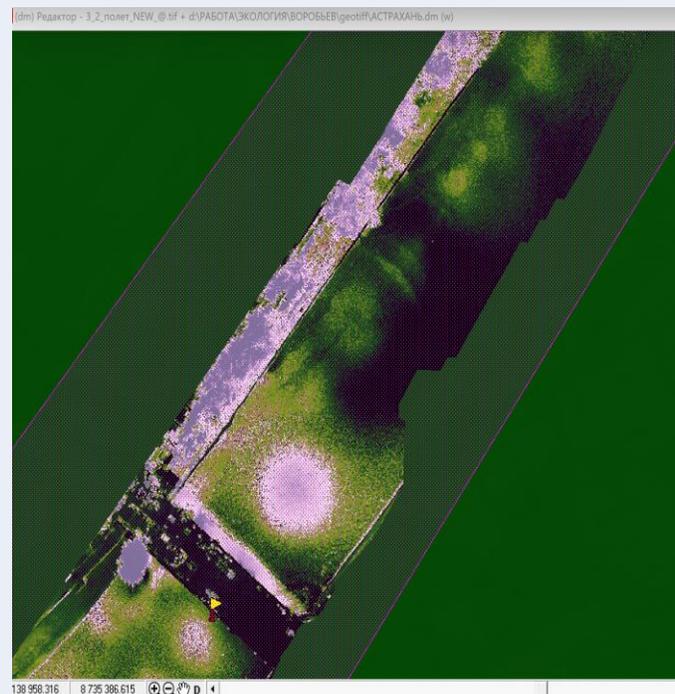
Аппаратно-программные средства идентификации и дистанционного мониторинга с использованием БПЛА

Разработан аппаратно-программный комплекс гибридной системы идентификации транспортных средств на базе RFID-технологии и существующих систем видео фиксации для реализации опытных зон в Москве, Санкт-Петербурге и Казани в соответствии с постановлением Правительства РФ.

Разработана система дистанционного экологического мониторинга с использованием беспилотных летательных аппаратов.

Лаб. № 69

Зав. лаб.
Д.Т.Н.
Вишневский В.М.



СЕКЦИЯ 4: Управление производственными процессами в промышленности и энергетике

Прогнозирование утечек тепла трассы нефтепровода методами машинного обучения

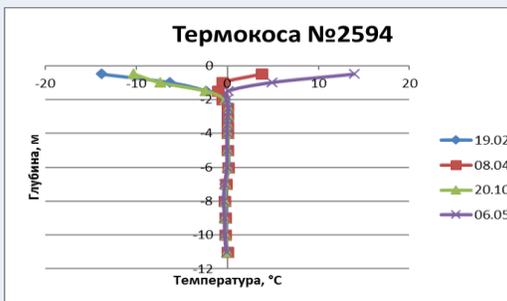
Разработан метод локализации утечек тепла вдоль трассы нефтепровода отделением техногенных воздействий от сезонных колебаний температур грунтов. Метод может применяться и в случае неполной информации (меньше года наблюдений).

По геотехнической информации выделен набор признаков, достаточный для восстановления пропусков в данных и прогноза температур грунтов на три месяца.

Проведено ранжирование участков трассы нефтепровода по разнице техногенной и сезонной составляющей.

Лаб. № 41

Зав. лаб.
Д.Т.Н.
Бахтадзе Н.Н.



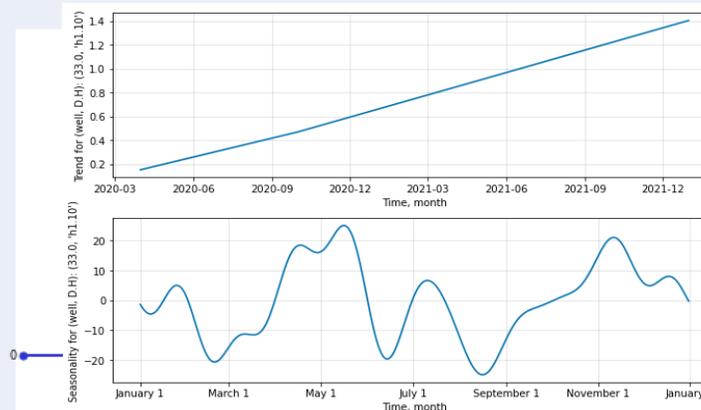
Распределение температуры вдоль трассы



Массив температур с пропусками данных



Выделение тренда и прогноз температур по участкам нефтепровода



СЕКЦИЯ 4: Управление производственными процессами в промышленности и энергетике

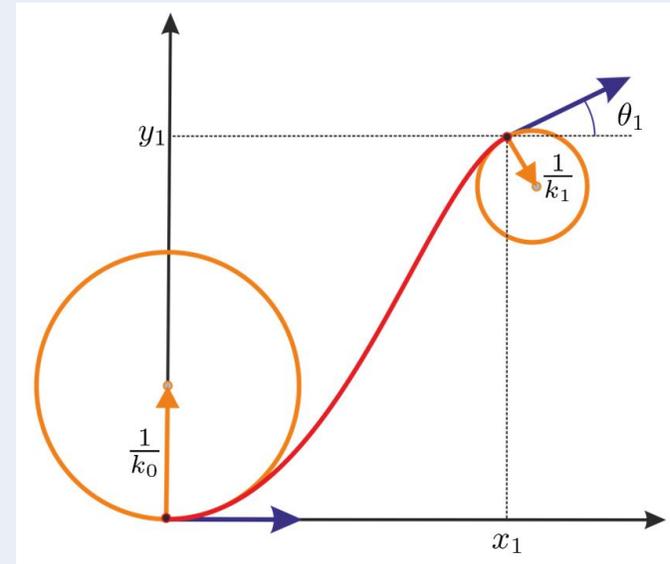
Обеспечение устойчивости непрерывных динамических систем

Разработан метод и алгоритмы спектральных разложений решений уравнений Ляпунова для непрерывных стационарных систем, заданных уравнениями состояния в канонической форме управляемости и наблюдаемости.

Исследованы фундаментальные свойства решений и получен критерий устойчивости периодических разностных включений. Результаты могут найти применение при изучении следящих систем, которые работают на переменном токе, систем с амплитудно-частотной модуляцией, больших электроэнергетических систем при наличии вынужденных колебаний.

Предложено расширение модели первичной зрительной коры мозга Петито-Читти-Сарти, в которую включен механизм достраивания контуров с учетом их кривизны.

Конфигурационное пространство нейронов зрительной коры моделируется как четырехмерное пространство положений, ориентаций и кривизны. Построение контуров описывается полностью управляемой интегрируемой по Лиувиллю динамической системой (совместно с Институтом программных систем РАН).



Лаб. № 82

Зав. лаб.
к.ф.-м.н.
Искаков А.Б.

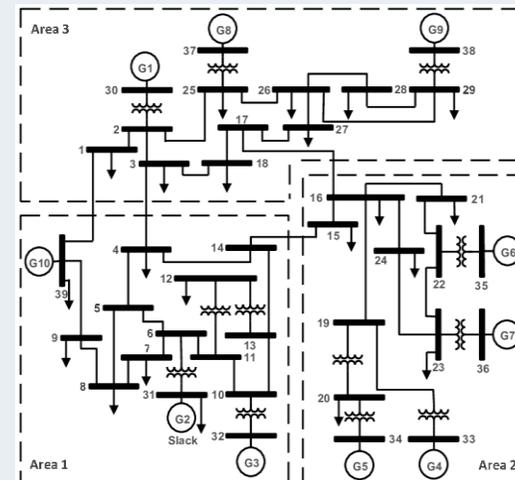
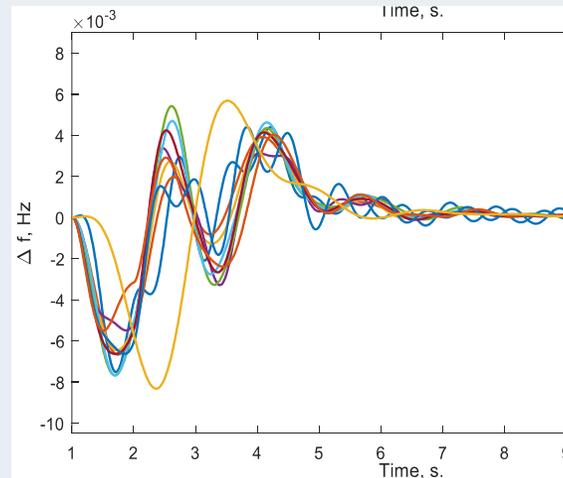
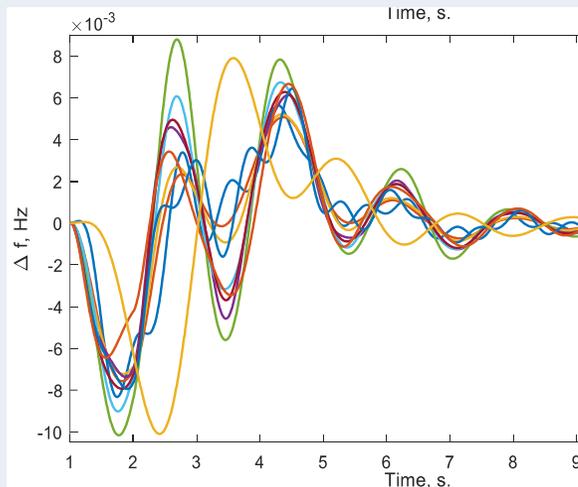
СЕКЦИЯ 4: Управление производственными процессами в промышленности и энергетике

Анализ устойчивости и управление в электроэнергетических системах (ЭЭС)

Сформулирован метод оценки расположения и структуры колебаний и их взаимодействий на графе сети ЭЭС на основе измеряемых данных в отдельных узлах сети. Метод может применяться в тех случаях, когда линеаризованная модель системы неизвестна или недостаточно точна из-за нелинейных эффектов.

Получены квадратичные аппроксимации нелинейных моделей ЭЭС в пространстве состояний в аналитическом виде.

Разработан селективный линейно-квадратичный метод для глобального подавления колебаний в распределенных динамических системах на основе спектрального разложения грамиана наблюдаемости для системы с замкнутой обратной связью.



Улучшение подавления колебаний селективным LQ методом (в центре) по сравнению со стандартным LQ методом (слева) для ЭЭС (справа)

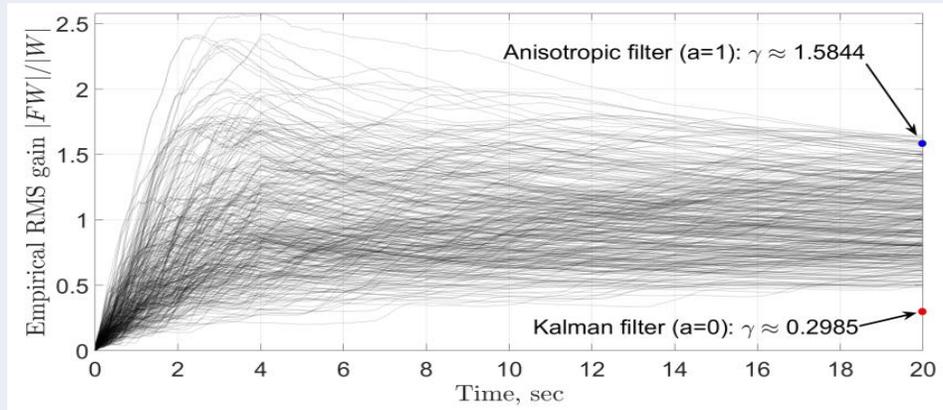
Лаб. № 82

Зав. лаб.
к.ф.-м.н.
Искаков А.Б.

СЕКЦИЯ 5: Управление подвижными объектами и навигация

Синтез анизотропных регуляторов и оценщиков

Разработан метод настройки обмена информацией между системой датчиков для улучшения результатов оценивания вектора состояния.



Решена задача асимптотического приближения анизотропных оценщиков в окрестности нулевой средней анизотропии.

В задаче асимптотического приближения анизотропных оценщиков предложена оценка верхней границы средней анизотропии, в пределах которой при решении задачи оценивания для систем с окрашенным внешним возмущением возможно использование фильтра Калмана.

$$a \leq \frac{Qm\|F_0\|_2^8\varepsilon^2}{(Q\|F_0\|_2^4 + m\Delta_F)^2}$$

- a — уровень анизотропии
- ε — погрешность оценки ковариационной матрицы
- F_0 — система оценивания (фильтр Калмана)
- m — размерность вектора возмущений
- Q — ковариационная матрица возмущений
- Δ_F — расхождение фильтра Калмана и анизотропного фильтра

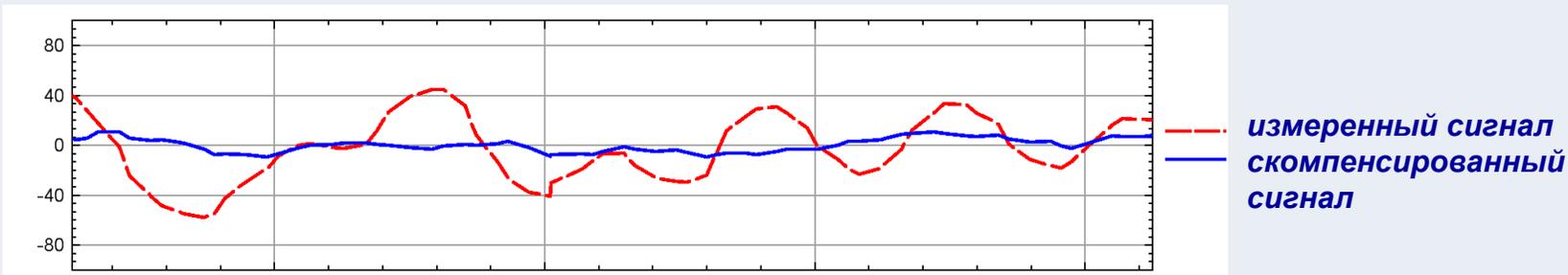
Лаб. № 1

Зав. лаб.
Д.Т.Н.
Каршаков Е.В.

СЕКЦИЯ 5: Управление подвижными объектами и навигация

Учет скорости движения при обработке измерений переменного магнитного поля

Предложен и реализован эффективный метод компенсации движения датчика.



Получены основные соотношения, характеризующие влияние движения источника поля относительно электропроводящей среды. Предложен метод компенсации влияния скорости движения источника.

$$\nabla^2 B^p + i \omega \mu_0 \sigma B^p + \mu_0 \sigma [\nabla B^p v + \Omega(r) \hat{u} M] = 0$$

M – вектор дипольного магнитного момента

B – вектор индукции магнитного поля

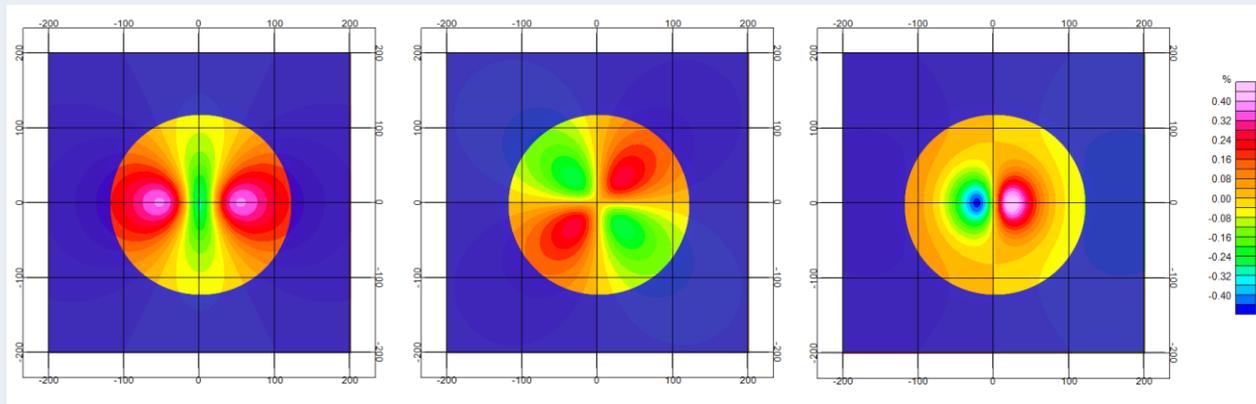
v – линейная скорость

Ω – угловая скорость

X

Y

Z



Искажение магнитного поля у поверхности Земли при движении источника

Лаб. № 1

Зав. лаб.

Д.Т.Н.

Каршаков Е.В.

СЕКЦИЯ 5: Управление подвижными объектами и навигация

Теория и технологии синтеза систем терминального управления объектами ракетно-космической техники

В обеспечение разработки системы терминального управления расходом компонентов топлива новой ракеты-носителя «Союз-5» проведены успешные испытания бортовых алгоритмов управления на моделирующем комплексе АО «НПО Автоматика».

В рамках сопровождения разработок Института в области РКТ проведен анализ результатов предполетного моделирования серии РН «Союз-2, запусков новой ракеты-носителя легкого класса «Ангара-1.2», запуска баллистической ракеты-носителя «Сармат».

29 апреля и 15 октября с Государственного испытательного космодрома Плесецк проведены успешные запуски ракеты-носителя легкого класса «Ангара – 1.2» с космическим аппаратом в интересах Минобороны России.

20 апреля с космодрома проведен первый успешный запуск баллистической ракеты-носителя «Сармат» в интересах Минобороны России.



Лаб. № 8

Зав. лаб.

Д.Т.Н.

Иванов В.П.

СЕКЦИЯ 5: Управление подвижными объектами и навигация

Методы и алгоритмы планирования движения подвижных объектов в конфликтной среде

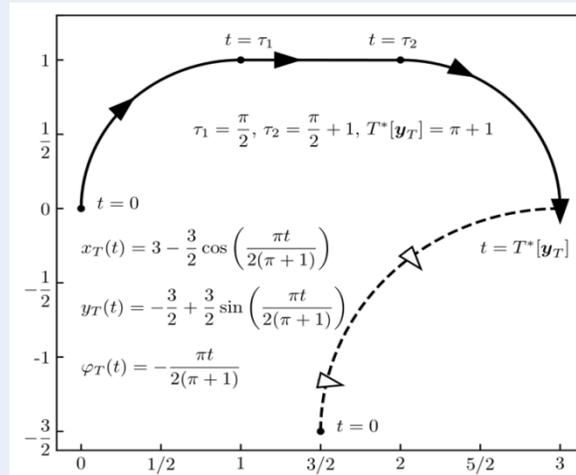
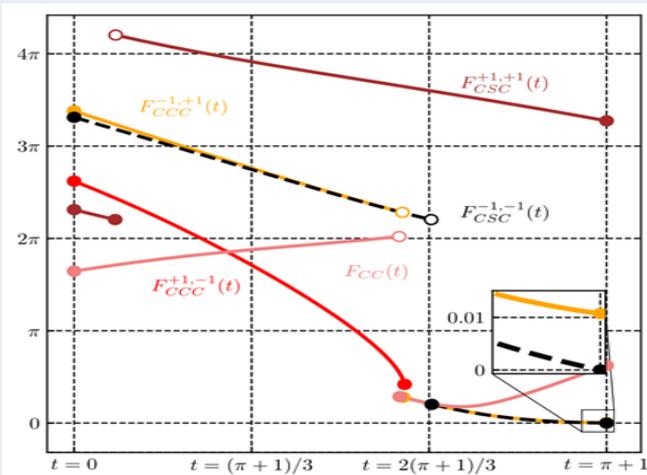
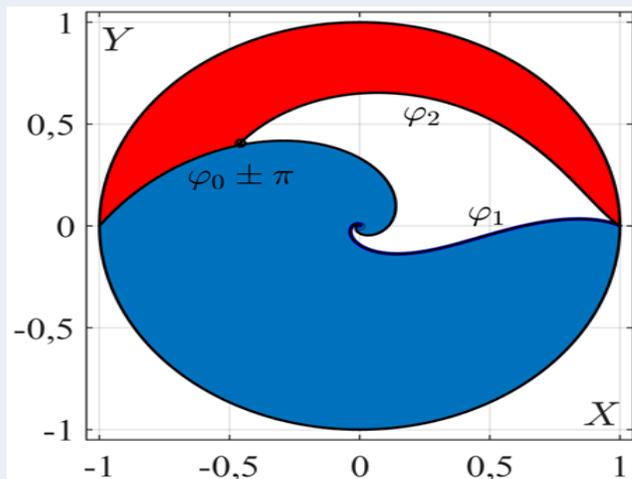
Разработаны методы и алгоритмы построения оптимальных траекторий и нахождения скоростных режимов движения объекта с неоднородной индикатрисой излучения при уклонении от стационарной поисковой системы при вырождении условий оптимальности.

Получены аналитические выражения, позволяющие определить наименьшее время перехвата. Предложен алгоритм синтеза оптимального управления для задачи наискорейшего бокового перехвата машиной Дубинса предписано движущейся цели.

Теоретически обоснован экстраполяционный метод обработки сигналов цифровыми антенными решетками, позволяющий получать изображения объектов с угловым сверхразрешением, превышающим значение коэффициента Рэля в пять раз.

Лаб. № 38

Зав. лаб.
чл.-корр. РАН
Галяев А.А.



СЕКЦИЯ 5: Управление подвижными объектами и навигация

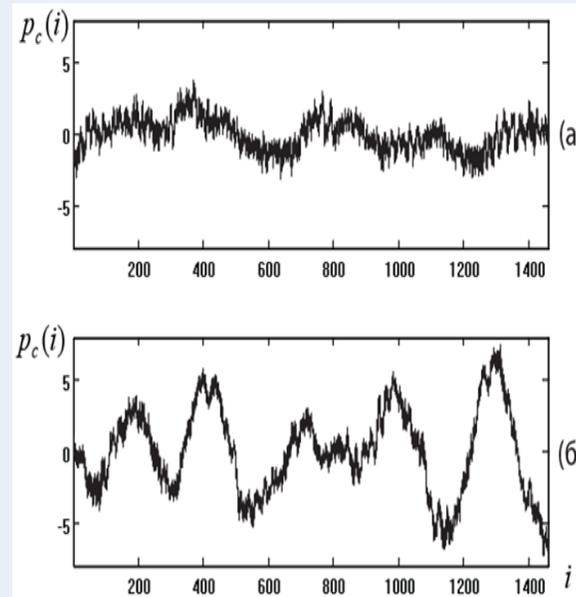
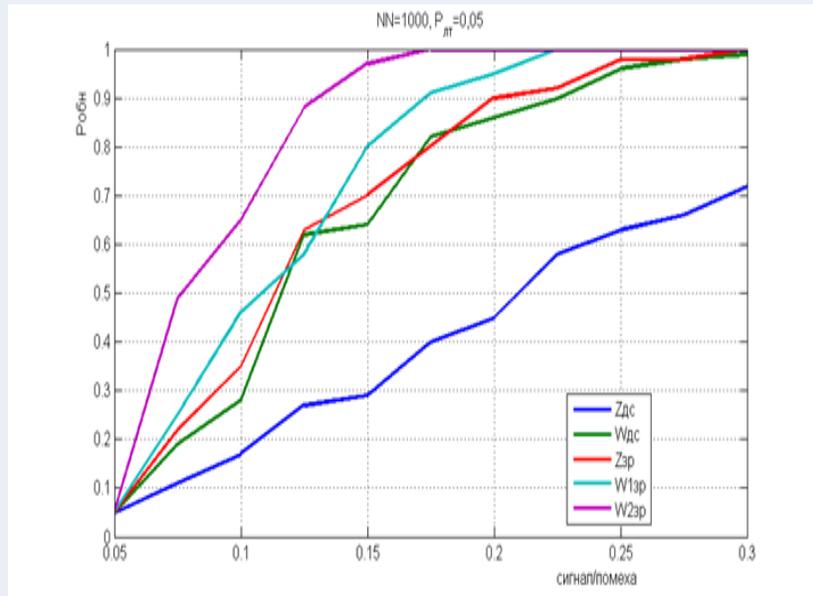
Методы и алгоритмы планирования движения подвижных объектов в конфликтной среде

Разработан алгоритм обнаружения морских судов, который позволяет существенно увеличить вероятность их обнаружения по дискретам звукоряда в спектре шумоизлучения, выделенного из наблюдений с использованием фильтра на основе усеченных порядковых статистик, по сравнению с «классическим» алгоритмом проверки двух гипотез.

Предложен способ неразрушающей диагностики роторного оборудования, основанный на анализе микровариаций вращения вала, с использованием датчика частоты вращения. Приведены результаты применения способа на примерах задач диагностики хвостового редуктора вертолета и роликовых подшипников.

Лаб. № 38

Зав. лаб.
чл.-корр. РАН
Галяев А.А.



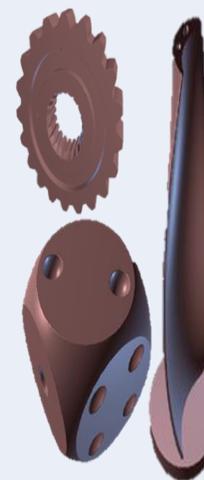
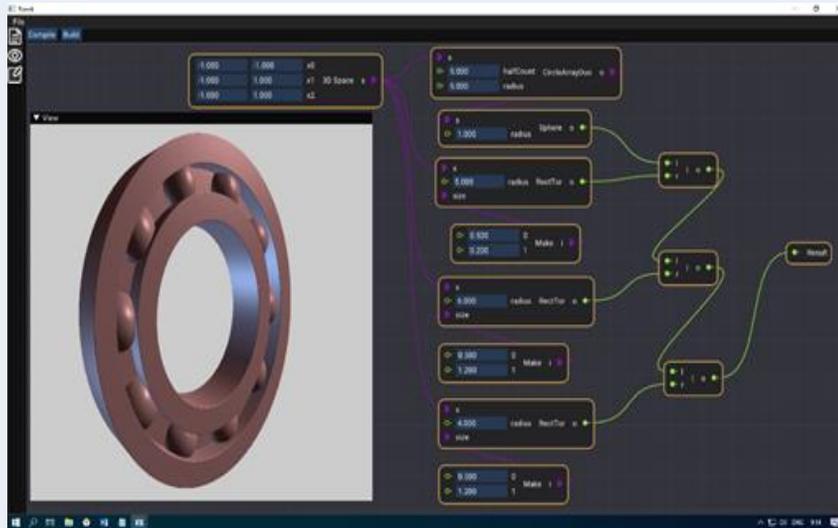
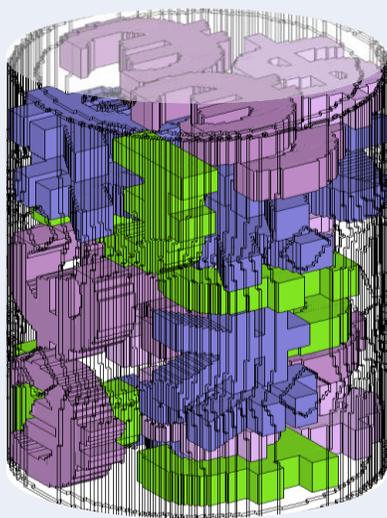
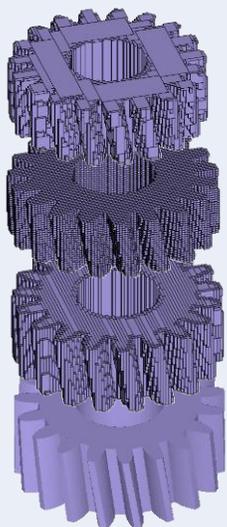
СЕКЦИЯ 6: Информационные системы управления и обработки данных

Методы компьютерной геометрии в задачах автоматизации проектирования, управления и моделирования многоагентных систем

Предложен алгоритм растеризации нерегулярной формы контейнера для его последующего использования в оптимизационных задачах компоновки.

Разработан компилятор объектно-ориентированного языка (ООЯ), позволяющий строить сложные формулировки аналитически заданного геометрического объекта для получения его компьютерной функционально-воксельной модели.

Реализован принцип визуального программирования компиляторных процедур ООЯ для повышения уровня наглядности и снижения математической сложности описания аналитической геометрии при построении геометрических объектов сложных технических систем.



Лаб. № 18

Зав. лаб.
Д.Т.Н.
Толок А.В.

СЕКЦИЯ 6: Информационные системы управления и обработки данных

Сценарный анализ уязвимости при управлении сложными системами

Разработана концептуальная модель уязвимости сложной системы, включающая: формальную модель системы, модель безопасности функционирования, модели угроз, общую модель уязвимости.

Разработана методика анализа структурной уязвимости системы на основе представления сценарной модели в жордановой форме с целью выявления базисных сценариев: роста (резонанса), уменьшения, колебания. При совмещении базисных сценариев могут быть получены сценарии: колебание параметров системы с возрастающей амплитудой, затухающее по амплитуде колебание (стабилизация параметров), чередование максимального и минимального значения.

Разработана методика определения управляющих воздействий, приводящих к реализации целевого сценария поведения сложной системы с учетом выявленных уязвимостей.

Лаб. № 20

Зав. лаб.

К.Т.Н.

Чернов И.В.



СЕКЦИЯ 6: Информационные системы управления и обработки данных

Управление возможностями регионального развития на основе сценарного подхода

Разработаны сценарные модели регионального развития. Проведен сценарный анализ уязвимостей и возможностей регионального развития.

В результате сценарного моделирования исследованы альтернативные варианты тактического и оперативного управления региональным развитием на основе использования существующих возможностей с учетом внешних и внутренних угроз. Приоритет – управление ресурсами.

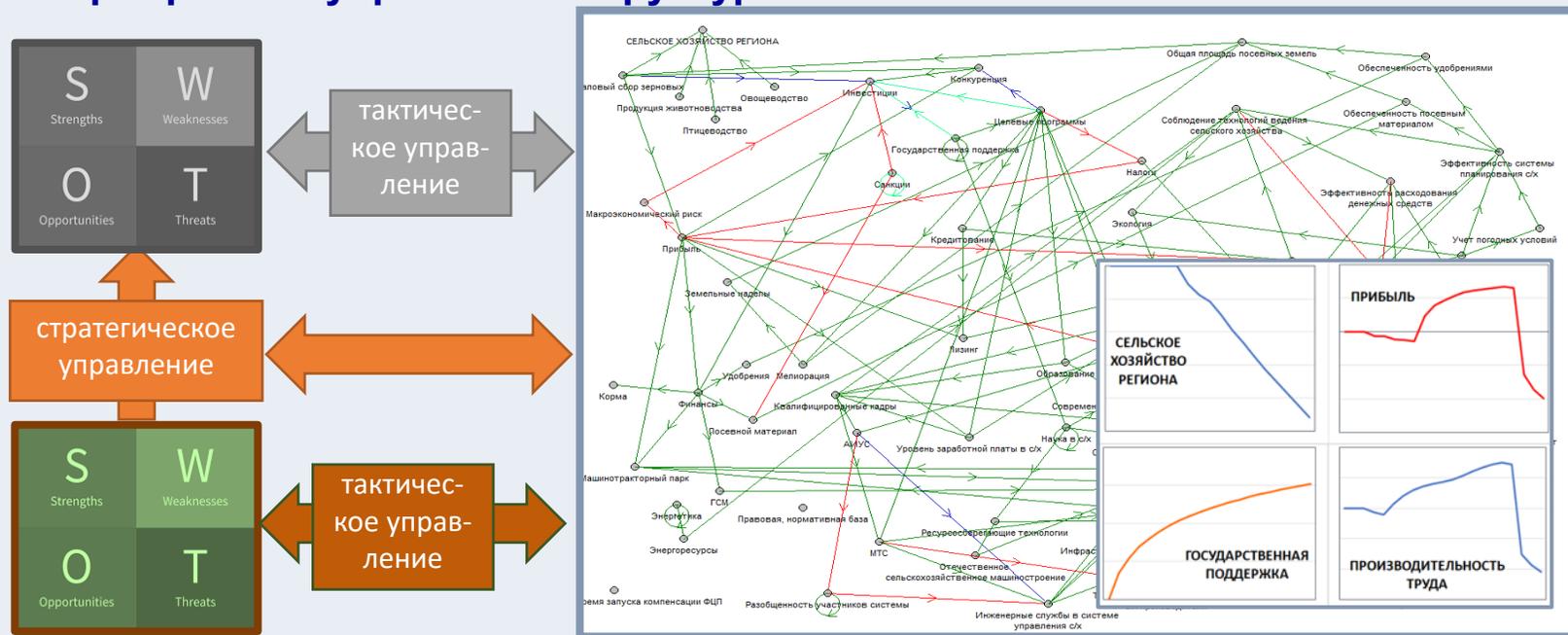
Разработаны стратегические региональные сценарии управления, направленные на купирование уязвимостей и рисков, а также на создание новых возможностей развития. Приоритет – управление структурой.

Лаб. № 20

Зав. лаб.

К.Т.Н.

Чернов И.В.

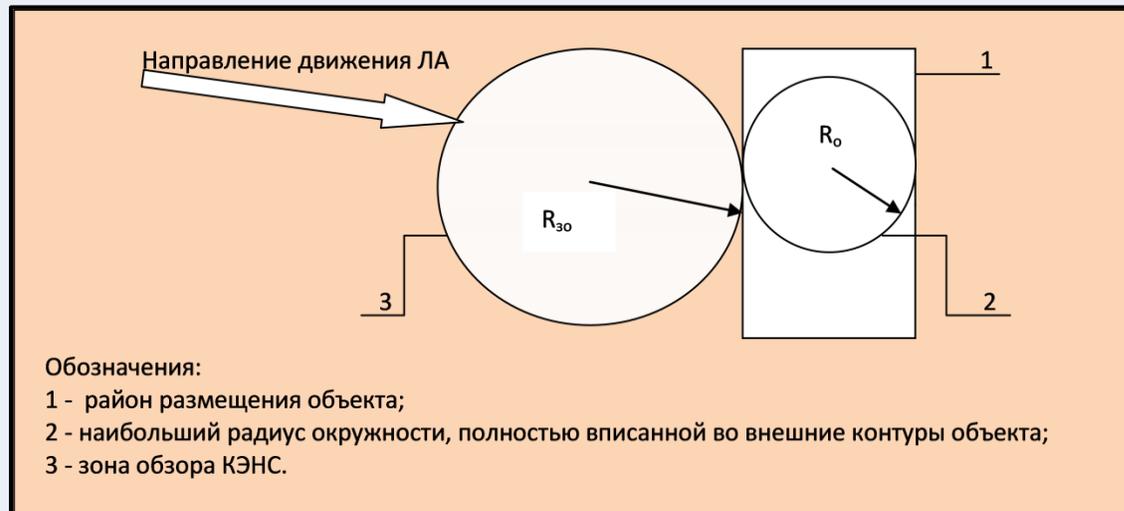


СЕКЦИЯ 6: Информационные системы управления и обработки данных

Теория и методы генерации решений в системах информационно-аналитической поддержки при управлении летательными аппаратами

Разработана математическая модель приближения функций, описывающих процессы автономной корреляционно-экстремальной навигационной системы (КЭНС), на основе которых получено аналитическое выражение для определения точного местоположения летательного аппарата и эффективного математического оператора, синтезирующего условия фатального исхода навигации.

Исследованы параметры изображений и карт для применения метода стрессового воздействия с оценкой его влияния на определение местоположения летательного аппарата. Решена задача размещения средств стрессового воздействия на работу КЭНС на основе метода дихотомии для минимизации корреляционной функции.



Лаб. № 46

Зав. лаб.
Д.Т.Н.
Вересников Г.С.

СЕКЦИЯ 6: Информационные системы управления и обработки данных

Теория и методы создания интеллектуальной системы ранней диагностики электромеханических систем летательных аппаратов

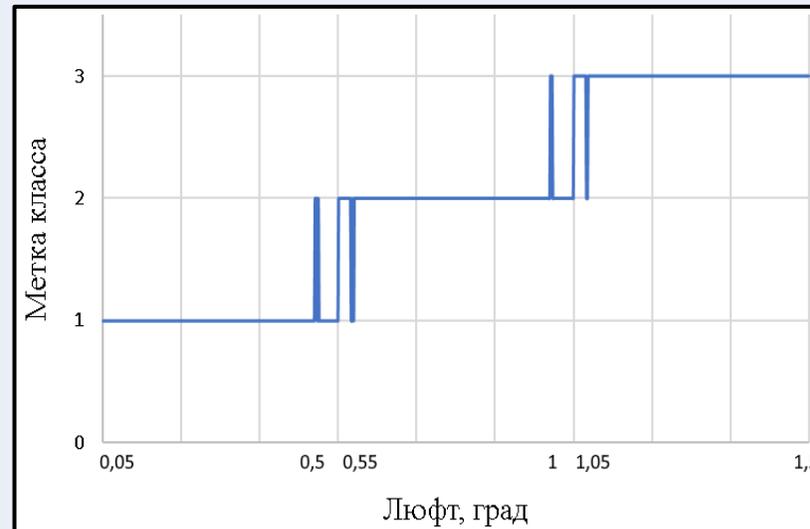
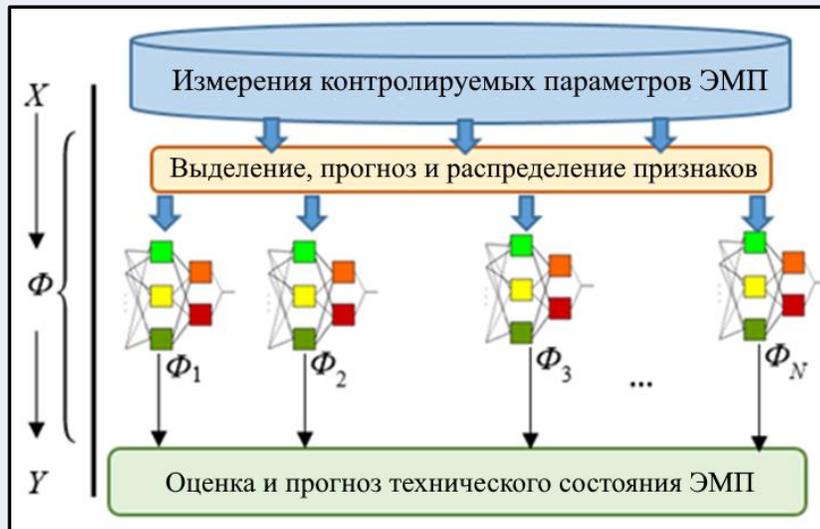
Проведены исследования, связанные с созданием и отработкой элементов технологии интеллектуальной системы оценки состояния электромеханического исполнительного механизма системы управления.

Разработан алгоритм определения неисправностей смешанного типа в электромеханическом приводе летательного аппарата с использованием методов машинного обучения и выделения диагностических признаков.

На основе сформированных сценариев отказных ситуаций выполнен анализ эффективности разработанных алгоритмов, показано влияние их параметров и исходных данных на качество оценки и прогноза технического состояния электромеханического привода в системе ранней диагностики.

Лаб. № 46

Зав. лаб.
Д.Т.Н.
Вересников Г.С.



СЕКЦИЯ 6: Информационные системы управления и обработки данных

Разработка моделей и методов повышения безопасности критических сетевых инфраструктур (для создания цифрового двойника)

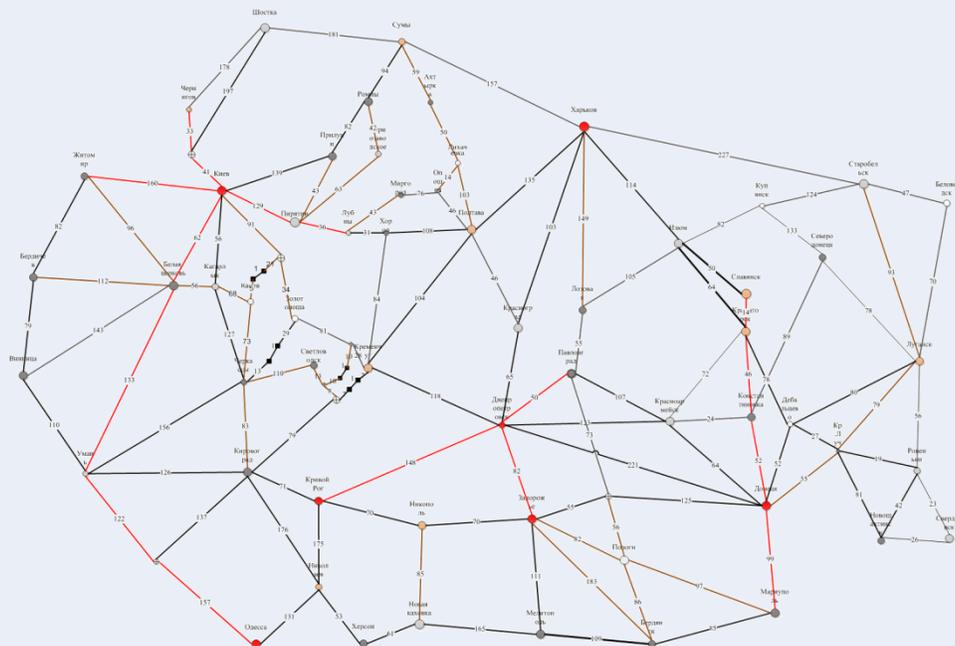
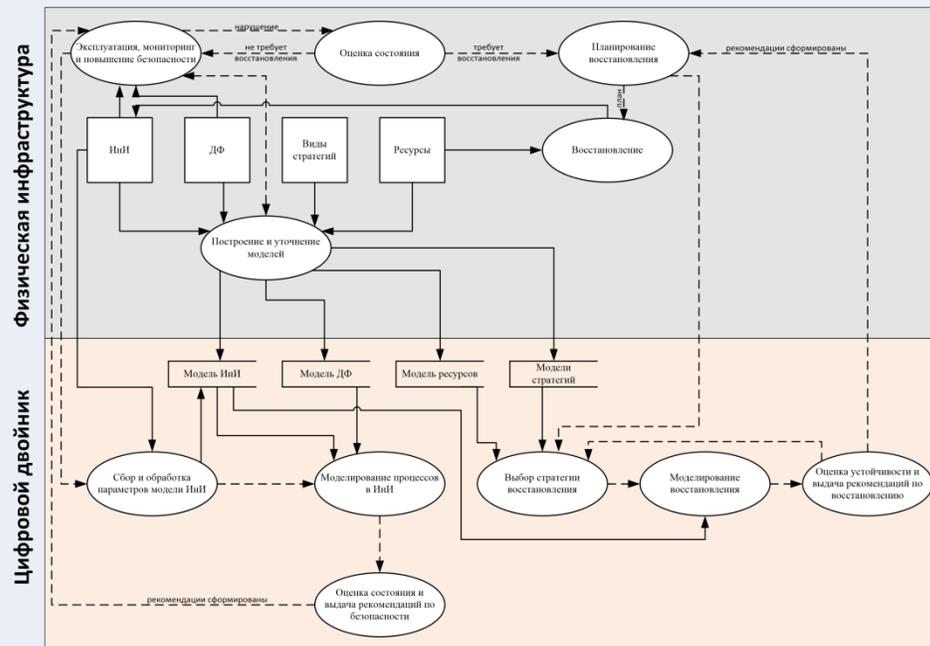
Разработана структурная схема цифрового двойника инженерной инфраструктурной системы, входящего в контур управления безопасностью и устойчивостью инженерной инфраструктуры.

Построена математическая модель транспортной сети для нахождения критических узлов по общей стоимости грузопассажирских перевозок. Разработана методика определения параметров модели и обоснована ее корректность.

Для формального описания цифровых двойников как распределенных систем предложена новая теоретико-категорная конструкция графалгебры – многокомпонентный сложноструктурированный аналог алгебраической спецификации.

Лаб. № 49

Зав. лаб.
К.Т.Н.
Рощин А.А.



СЕКЦИЯ 6: Информационные системы управления и обработки данных

Разработка алгоритмов и программ для повышения безопасности критических сетевых инфраструктур

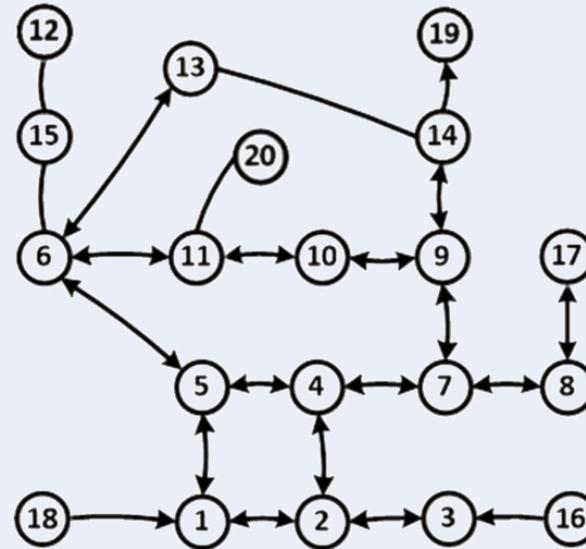
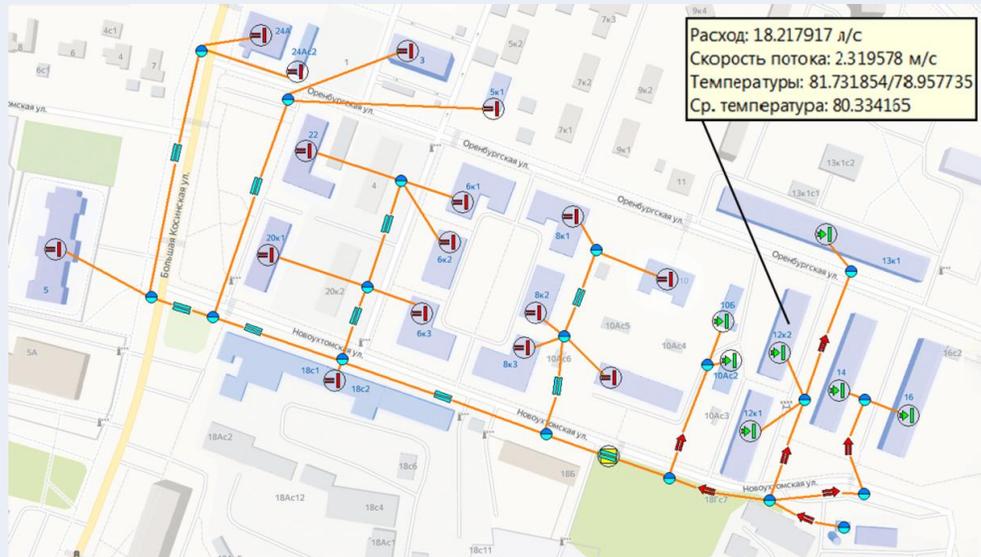
Разработан подход к использованию цифрового двойника для формирования рекомендаций по защите инженерной инфраструктуры (на примере сети теплоснабжения) от воздействия дестабилизирующих факторов и по ее восстановлению при наступлении негативных последствий.

В терминах линейного программирования получены формулировки задачи определения критических узлов и задачи поиска оптимального подмножества проектируемых дорог для транспортной сети. Разработаны соответствующие алгоритмы, проведена оценка их вычислительной сложности.

Разработан метод определения важности сетевых объектов инженерной инфраструктуры, основанный на частотном анализе сечений с максимальными синергетическими последствиями.

Лаб. № 49

Зав. лаб.
К.Т.Н.
Роцин А.А.



СЕКЦИЯ 6: Информационные системы управления и обработки данных

Управление безопасностью сложных сетей

Разработаны механизмы управления рисками сложной сети в условиях неопределенности, когда функции локальных рисков узлов сети являются случайными величинами. Разработаны механизмы оценки действий агентов сложных информационных систем с точки зрения информационной безопасности.

Модифицирован алгоритм оценки рискового потенциала процесса на этапе «Мгновенная модель прогнозирования» в части дополнительной оценки метрики соответствия нормальному распределению детализирующих вейвлет-коэффициентов параметров модели.

Разработан подход к реализации ядра информационной системы поддержки оператора АЭС в виде гибкого моделирующего комплекса, который можно использовать в качестве цифрового двойника.

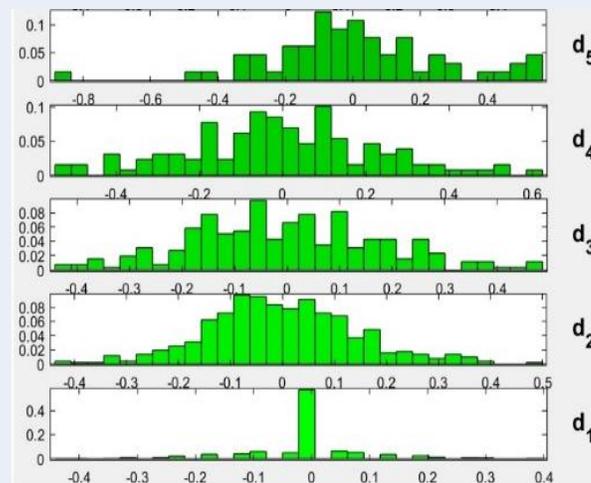
Лаб. № 79

Зав. лаб.
Д.Т.Н.

Калашников А.О.



Обобщенный алгоритм оценки рискового потенциала процесса



Гистограмма для детализирующих коэффициентов параметра



Монография «Картография защищаемого киберпространства»

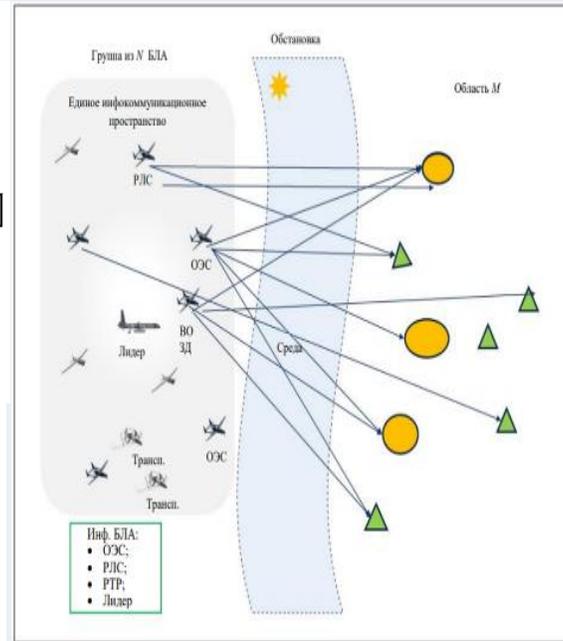
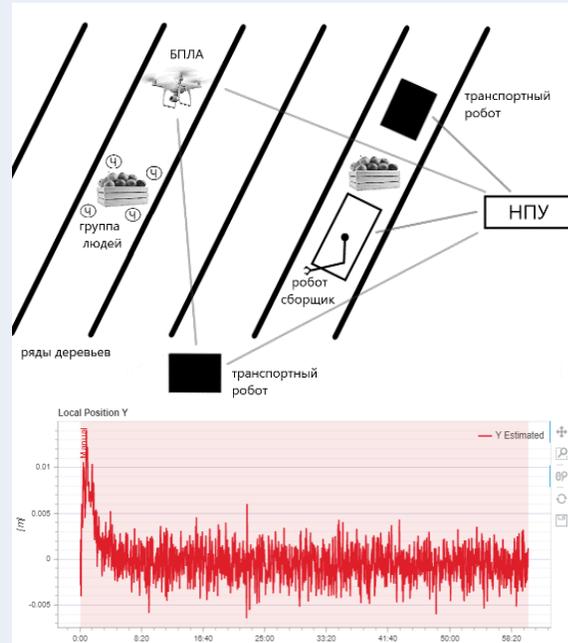
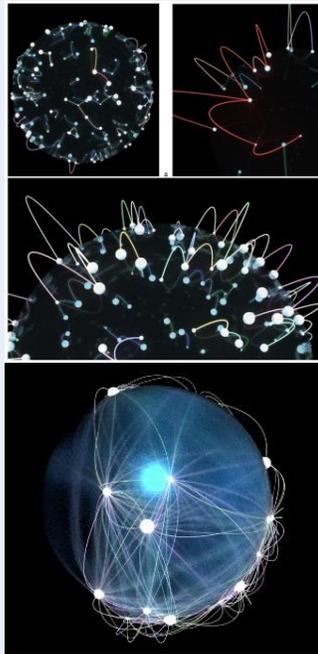
СЕКЦИЯ 6: Информационные системы управления и обработки данных

Теория и методы управления безопасным функционированием гетерогенных интеллектуальных робототехнических систем

Разработаны модели и алгоритмы для выработки управляющих сигналов в системах интеллектуального управления, в т.ч. посредством новых способов/интерфейсов управления (ЭЭГ, мио, окулос, голос).

Разработаны методы группового управления и комплексирования навигационной информации для гомогенных и гетерогенных робототехнических группировок наземного и воздушного базирования.

Создано алгоритмическое обеспечение для построения динамически реконфигурируемых механизмов защиты и функционирования киберфизических систем.



Лаб. № 80

Зав. лаб.

Д.Т.Н.

Мещеряков Р.В.

СЕКЦИЯ 6: Информационные системы управления и обработки данных

Разработка модели интеллектуального группового взаимодействия воздушных судов и других элементов беспилотной авиационной транспортной системы с реализацией программных модулей оптимизации транспортных потоков

Разработан подход к представлению задачи оценки эффективности функционирования БАТС как задачи многокритериального анализа с разнородными критериями, для которой предложены механизмы построения модели предпочтений ЛПР и формализации критериев различных типов.

Созданы модели, алгоритмы для формирования плана загрузки БПЛА, в том числе с поддержкой очередности задач, построения и оптимизации сценария транспортировки грузов (комплексные модели оптимизации, формирование частичного плана транспортировки разнородных грузов, учет ограничений по времени, характеру груза и т.п.).

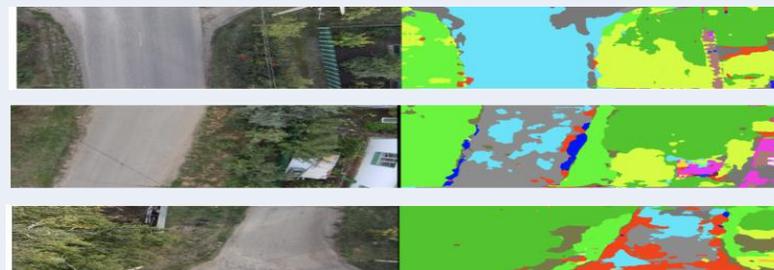
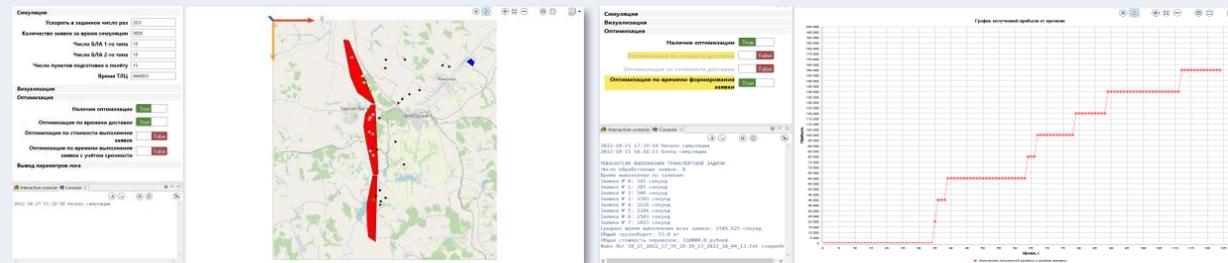
Выполнено проектирование пилотного программного модуля оптимизации загрузки БПЛА в составе подсистемы формирования сценариев транспортировки грузов и механизмов его взаимодействия.

Лаб. № 80

Зав. лаб.

Д.Т.Н.

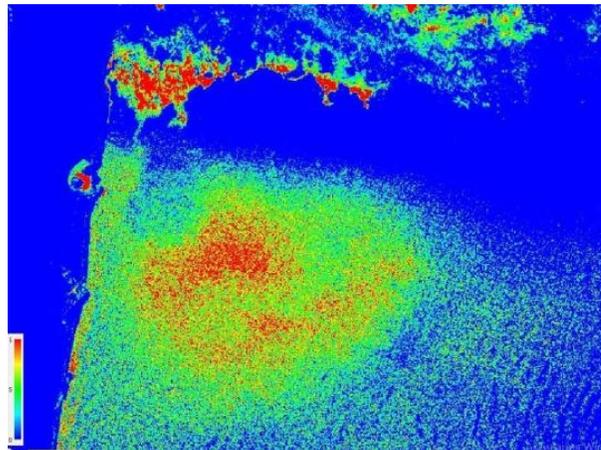
Мещеряков Р.В.



СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО КОРМЛЕНИЯ РЫБ

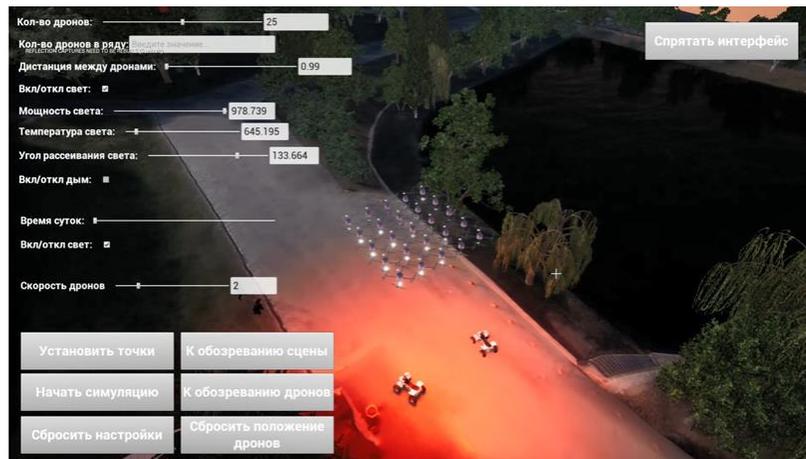


ОБСЛЕДОВАНИЕ ВОДНЫХ ПРОСТРАНСТВ С ПОМОЩЬЮ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНОЙ КАМЕРЫ



- Разработана система моделирования процесса автоматического кормления рыб при помощи БПЛА.
 - Проведено успешное тестирование программно-аппаратного комплекса в симуляционной среде и реальном водном пространстве (пруд ИПУ).
-
- Разработаны методы и проведено обследование водных пространств на предмет загрязнения нефтепродуктами с помощью БПЛА и мультиспектральной камеры, проведена обработка фотоснимков в ГИС «Нева».

ВИРТУАЛЬНЫЙ ПОЛИГОН



ОБУЧЕНИЕ



- Разработан алгоритм локализации БПЛА с использованием фотокарты или изображения GPS.
- Обучение студентов МГРИ в рамках прохождения учебной практики на цифровой платформе ГИС «Нева».
- Обучение слушателей в рамках курса повышения квалификации по программе: «Подготовка сложных полетных заданий БПЛА с помощью программно-картографического комплекса».

НВО-89

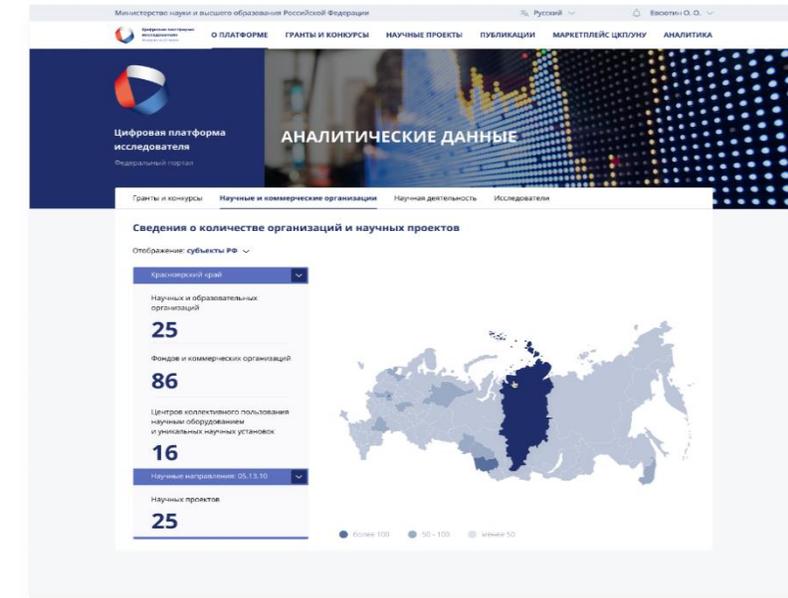
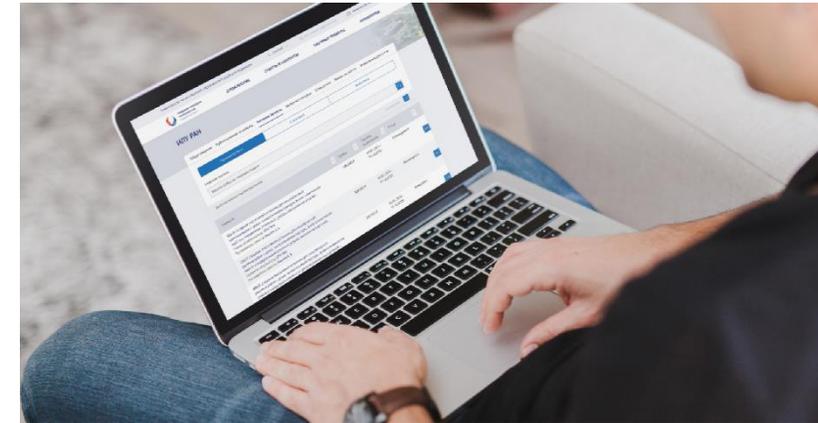
Реализовано соглашение с Минобрнауки на разработку цифровой платформы исследователя (ЦПИ) 2-й очереди. Статус: введена в промышленную эксплуатацию.

Реализуется соглашение с Минобрнауки на доработку ЦПИ 3-й очереди. Статус: в разработке.

Реализуется соглашение с Минобрнауки на разработку концепции развития ЦПИ. Статус: в разработке.

Реализуется соглашение с Минобрнауки на разработку технического задания на миграцию ЦПИ на платформу «ГосТех». Статус: в разработке.

Реализуется соглашение с Минобрнауки на разработку на базе ЦПИ 13-ти приоритетных сервисов Домена «Наука и инновации». Статус: в разработке.



Цифровая платформа исследователя

ГОСТeX



ЦЕНТРЫ КОМПЕТЕНЦИЙ

**ЦЕНТР УПРАВЛЕНИЯ
БЕЗОПАСНОСТЬЮ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ
(А.О. Калашников)**

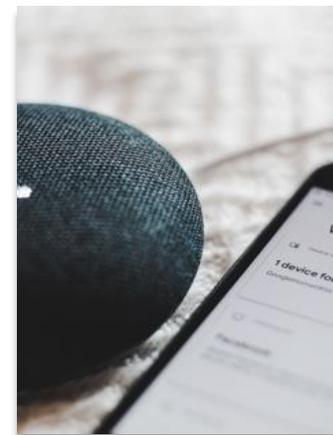
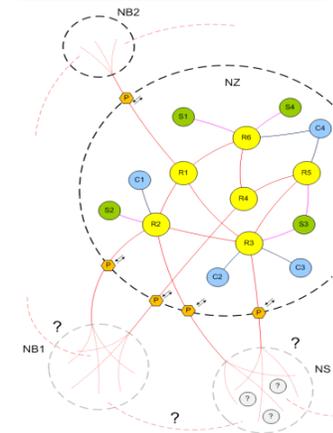
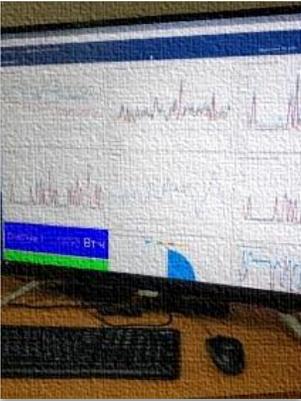
**ЦЕНТР ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
ЦИФРОВОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ
(А.Ф. Пащенко)**

**ЦЕНТР ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ
РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ
(Р.В. Мещеряков)**

**ЦЕНТР ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО
ЦИФРОВОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
(С.И. Антипин)**

**ЦЕНТР ТЕХНОЛОГИЙ
ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА
(А.В. Макаренко)**

**ЦЕНТР МОЛОДЕЖНОГО
ИННОВАЦИОННОГО ТВОРЧЕСТВА
(А.А. Широкий)**



ЦЕНТР УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Реализуется соглашение с НКЦКИ (ФСБ) о научно-техническом сотрудничестве в области обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак.

Реализуется соглашение с НИУ «Высшая школа экономики» в области улучшения условий для трансфера технологий, развития инновационных проектов и научно-исследовательских разработок по теме управления безопасностью сложных систем различной природы, технологий искусственного интеллекта и других сквозных цифровых технологий.

Проведены работы по аттестации на соответствие требованиям ИБ Единой цифровой платформы научного и научно-технического взаимодействия исследователей (2-я очередь).

Проведены работы по аттестации на соответствие требованиям ИБ Единой цифровой платформы научного и научно-технического взаимодействия исследователей (3-я очередь).

Проведены работы по аттестации на соответствие требованиям ИБ Единой цифровой платформы научного и научно-технического взаимодействия исследователей в целях формирования домена «Наука и инновации» (13 приоритетных сервисов).



ЦЕНТР ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЦИФРОВОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Обеспечено покрытие системой мониторинга Института на 95% (смонтировано 100% оборудования, 95% интегрировано в систему мониторинга).

Проведена интеграция IoT платформы (ThingsBoard) и системы управления активами (CMDBuild).

Проведена интеграция вводных счетчиков МОЭСК в систему ThingsBoard.

Продолжено уточнение топологии энергосети Института. Сеть КОН цифровизирована на 100%, сеть ЛПК – на 40%.

На сайте Центра доступны данные энергетической и климатической подсистемы за 2020 и 2021 годы.

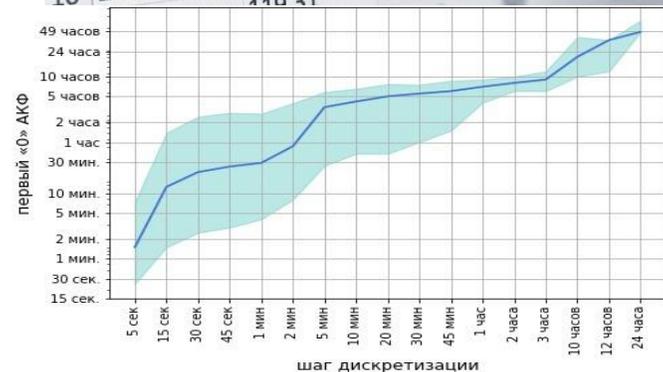
Проведено разведочное исследование по применению данных для предсказания энергопотребления Института.

Разработана технология и смонтирована подводная камера для съемки подводного пространства пруда.

ИПУ РАН – партнер совместного с ИСЭМ СО РАН научного проекта по разработке методов интеллектуального управления в микро- и макросетях.



	alpha1	alpha2	alpha3	Частота	Напряжение
2	239.34	119.25	239.83	50.02	0.94
3	239.52	119.2	239.59	50	0.95
4	239.38	119.13	239.66	50	0.95
5	239.75	119.31	239.47	49.99	0.94
6	239.54	119.38	239.75	49.99	0.95
7	239.66	119.34	239.59	50	0.92
8	239.57	119.36	239.71	50.01	0.94
9	239.57	119.22	239.57	50	0.95
10	239.45	119.2	239.66	49.99	0.95



ЦЕНТР ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Участие в международном форуме «АРМИЯ» с рядом выступлений.

Развитие локаций наземного, водного кластеров робототехнического Полигона Института, а также платформ робототехнических средств (подводной, электротранспортной – «Запорожец», на российской элементной базе для БЛА, интерфейсы с РТК).

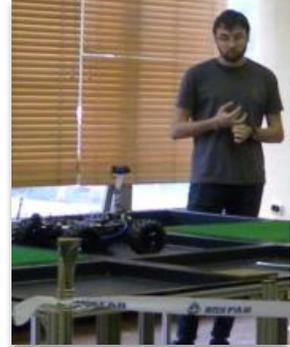
Выполнены и выполняются работы по хоздоговорам «ВИАС-МОДЕЛЬ-2022» (заказчик НИЦ Институт им Н.Е. Жуковского), «22/212/ОКР» (заказчик АО «ОНИИП») – лаб. 69. Участие в проекте ФПИ «Маркер-3» с привязной многоцелевой платформой (лаб. 69).

Участие в академической сети полигонов для испытания электротранспорта в сложных климатических и ландшафтных условиях: соглашения с САО РАН, КНЦ РАН, КБНЦ РАН, сотрудничество с МФТИ по проекту международной арктической станции «Снежинка» на Полярном Урале.

Проводится Общественный семинар по управлению автономными робототехническими комплексами.

Представлены доклады о Центре и работах на НС РАН по робототехнике и мехатронике, по проблемам машиностроения, по теории управляемых процессов и автоматизации, МРГ ВПК, НТС ОПК, на конференциях и других мероприятиях.

Выполняются гранты РФФИ, РНФ.



ЦЕНТР ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ЦИФРОВОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА



В 2022 году ЦИЦСХ в тесном сотрудничестве с лабораториями №№ 77 и 90 принял участие в реализации новых проектов:

- идентификация собак по видеоизображению;
- построение шарнирной модели коровы по видеоизображению;
- разработка системы мониторинга технологической обстановки в секторах опороса на свиноводческих комплексах.

Партнерами по этим проектам являются:

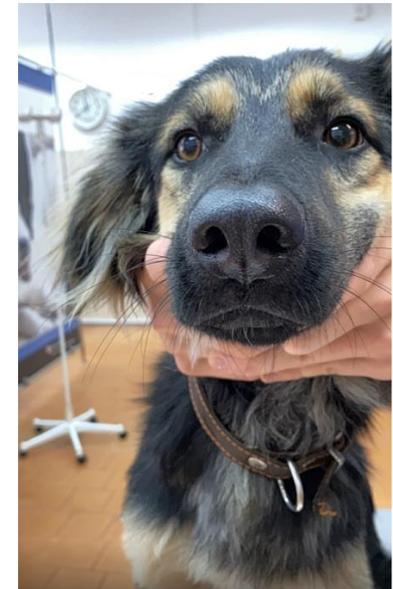
- ГК АгроПромКомплектация
- ООО «АгроВи»
- ООО «НСА»
- Белгородский ГАУ
- Управление ветеринарии Белгородской области



АгроПром
комплектация
Группа компаний



АГРОВИ
оптово-розничная торговля
в сфере ветеринарии



ЦЕНТР ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

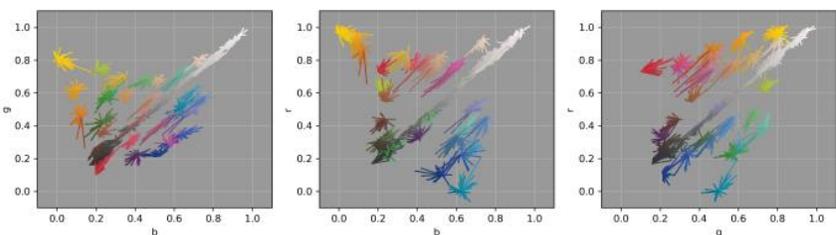
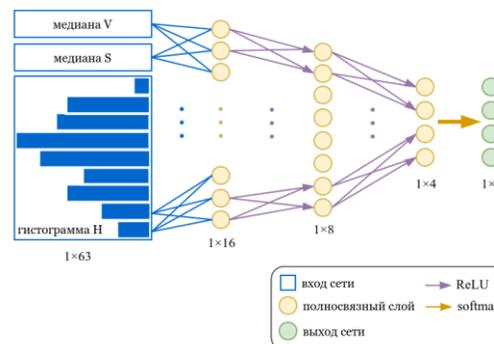
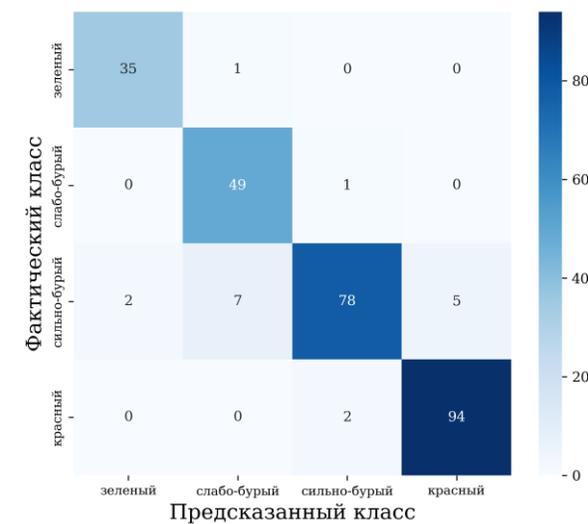
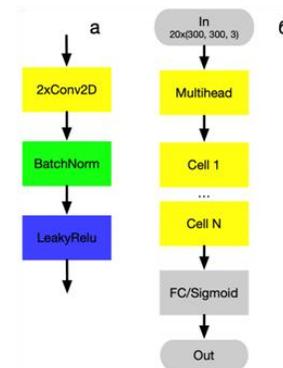
Исследован в первом приближении вопрос применимости легковесных сверточных нейронных сетей для решения классификационной задачи машинного зрения в режиме мультиклассовой классификации с множественными метками.

На основе нейросетевых моделей разработан аппроксиматор между искаженным и истинным цветовыми пространствами изображений, получаемых с цифровых фото- и видеокамер.

На основе сверточных нейросетей разработан метод оценивания массы наблюдаемых объектов по их видеоизображению с фиксированного ракурса наблюдения.

Разработан нейросетевой сегментатор листьев томатов, функционирующий в условиях сложных визуальных сцен промышленных теплиц.

Разработан нейросетевой классификатор спелости томатов, функционирующий на основе визуальных признаков. Получена точность на тестовой выборке 0.934 по мере F1.



ЦЕНТР МОЛОДЕЖНОГО ИННОВАЦИОННОГО ТВОРЧЕСТВА

Научно-профориентационные мероприятия для школьников в оригинальном формате ИПУ РАН «Киберсреда», включающем обзорную экскурсию по Институту и интерактивное занятие. Проведены 22 «Киберсреды» для 818 ребят.

Реализованы три программы ДПО для 394 педагогов московских школ по проектной деятельности обучающихся и искусственному интеллекту.

Успешно завершены два проекта по грантам Департамента образования и науки города Москвы (2 млн. рублей), подписано соглашение на 2023 год (4 млн. рублей).

Подписан договор с Фондом содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере на реализацию пилотного проекта в рамках инициативы «Научное волонтерство» (5 млн. рублей).

