

**НЕКОТОРЫЕ ВАЖНЕЙШИЕ
РЕЗУЛЬТАТЫ ИНСТИТУТА В ОБЛАСТИ
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ
НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Процессы и управление в сплошных средах

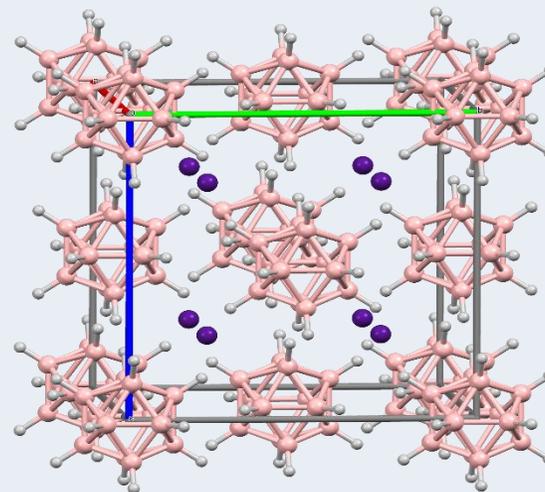
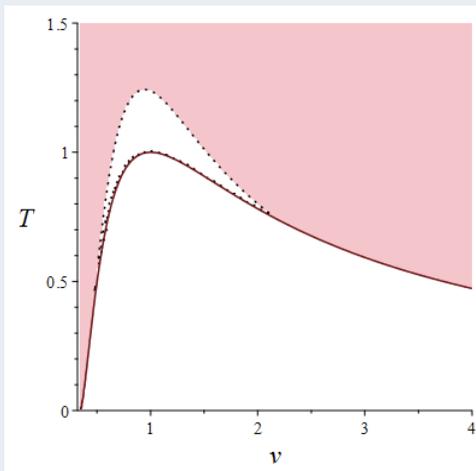
Разработан подход к описанию движения сплошных сред с молекулярной структурой с учётом термодинамических уравнений состояния.

Разработан подход к термодинамике на основе синтеза теории измерений, контактной и симплектических геометрий.

Решена задача адиабатического истечения реального газа в трехмерном пространстве из источника заданной интенсивности с учетом фазовых переходов.

Для уравнений Эйлера течения газа вдоль пространственных кривых построены фактор-уравнения, позволяющие получать их точные решения.

Для уравнений типа Колмогорова-Петровского-Пискунова на замкнутых многообразиях доказаны теоремы о стабилизации нестационарных решений.



Лаб. № 6

Зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Кушнер А.Г.

СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Процессы и управление в сплошных средах

Разработан метод расчёта течений невязкого газа в изогнутых трубопроводах.

Построена и изучена модель фазового перехода в окрестностях скважин газового месторождения. Установлена возможность образования газоконденсата вблизи скважин.

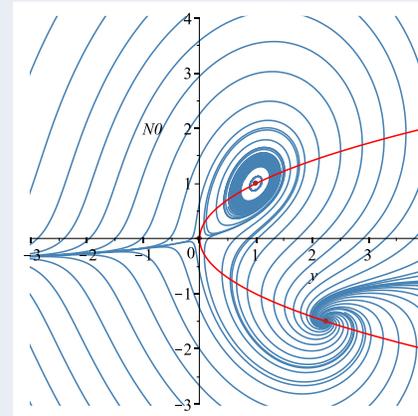
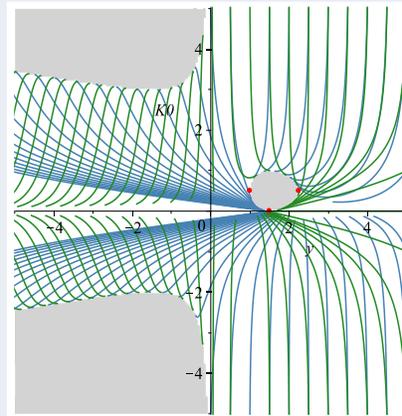
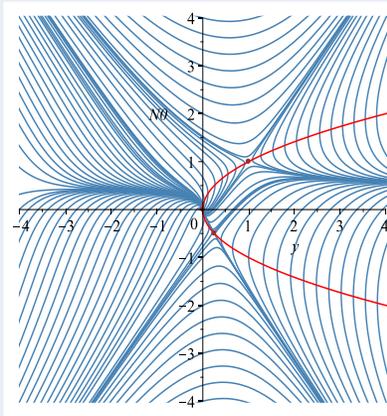
Построены точные решения уравнений фильтрации суспензии в пористой среде с учетом закупорки пор.

Найдены новые классы многозначных точных решения уравнений Эйлера для произвольного класса реальных газов и термодинамических процессов и построены соответствующие разрывные решения, которым отвечают ударные волны.

Получены точные решения в задаче управления распределением температуры пластины с помощью её нагрева точечным источником.

Лаб. № 6

Зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Кушнер А.Г.



СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

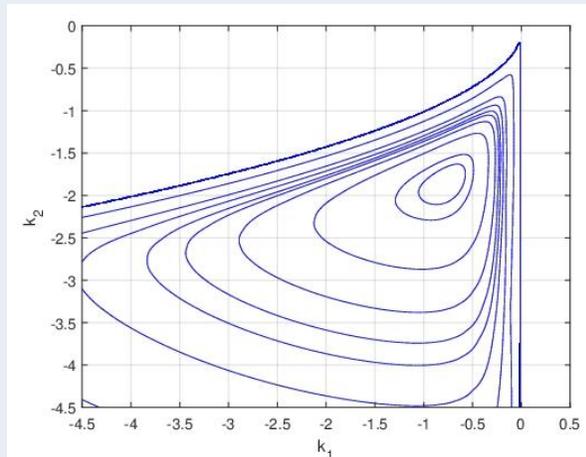
Синтез управления как задача оптимизации

К линейным системам управления с внешними возмущениями впервые применен подход, предполагающий синтез управления с точки зрения оптимизации. В частности:

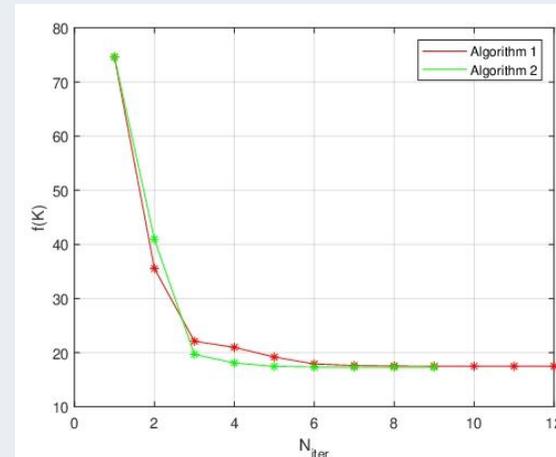
Разработан новый эффективный алгоритм однопараметрической оптимизации (основанный на технике инвариантных эллипсоидов) для задачи анализа.

Это позволило записать задачу синтеза регулятора, оптимально подавляющего помехи, как задачу невыпуклой матричной оптимизации. Исследована возникающая при этом функция, вычислен ее градиент, дана формулировка и обоснование итеративного алгоритма оптимизации.

Полученные результаты применены к решению задачи подавления неслучайных ограниченных внешних возмущений в линейных системах управления при помощи динамической обратной связи по выходу.



Область определения целевой функции и линии уровня



Динамика изменения целевой функции в процессе итераций

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 и крейсерского полёта

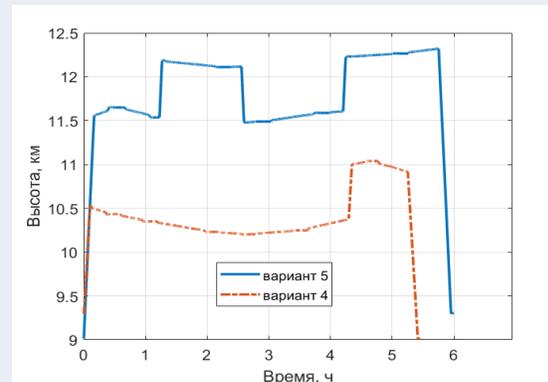
По договору с ГосНИИАС исследована задача минимизации расхода топлива среднемагистрального пассажирского самолёта на этапах набора высоты и крейсерского полёта при фиксированном времени прибытия. В рамках работы:

Сформулированы задачи оптимизации для этапов набора высоты и крейсерского полёта с учётом прогнозных значений скорости ветра и температуры.

Разработан детерминированный безградиентный поисковый метод оптимизации с учётом ограничений в версиях для этих задач.

Разработана процедура вычисления расхода топлива как целевой функции оптимизации для этапов набора высоты и крейсерского полёта с учётом прогнозных значений скорости ветра и температуры на маршруте полёта.

Проведено моделирование в среде Matlab оптимизации высотно-скоростного профиля полёта для типовых условий.



Лаб. № 7

Зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Хлебников М.В.

СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

H_{∞} -оптимизация дискретного регулятора высоты полёта квадрокоптера

Для стандартного квадрокоптера (рама Holybro S500 V2 Kit, моторы 2216 880kv с пропеллерами 10 дюймов, бортовой полётный контроллер Pixhawk 4 с ПО ArduPilot версии 3.6.11-rc1):

Разработан и интегрирован в код полётного контроллера программный модуль дискретного регулятора высоты.

По идентифицированной линеаризованной модели синтезированы регуляторы методом H_{∞} -оптимизации и методом настройки регулятора с фиксированной структурой.

Проведены испытания полученных регуляторов в реальном полёте, подтверждена их работоспособность.



Лаб. № 7

Зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Хлебников М.В.

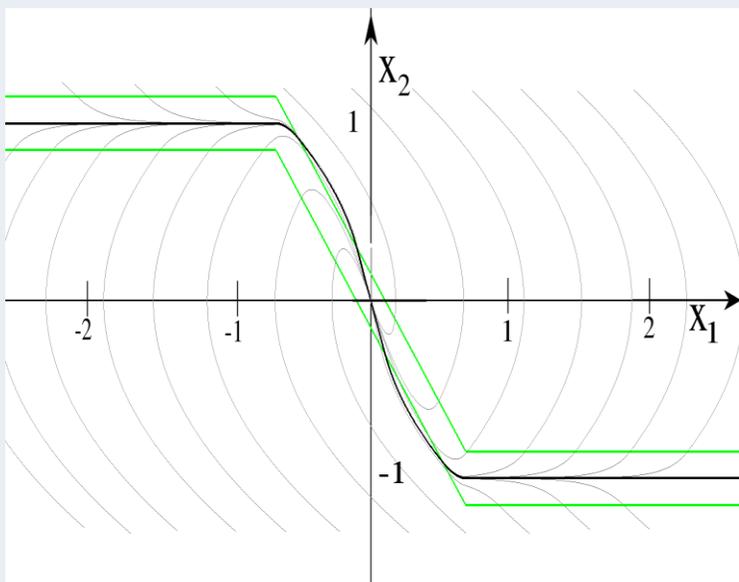
СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Стабилизация балансирующего робота

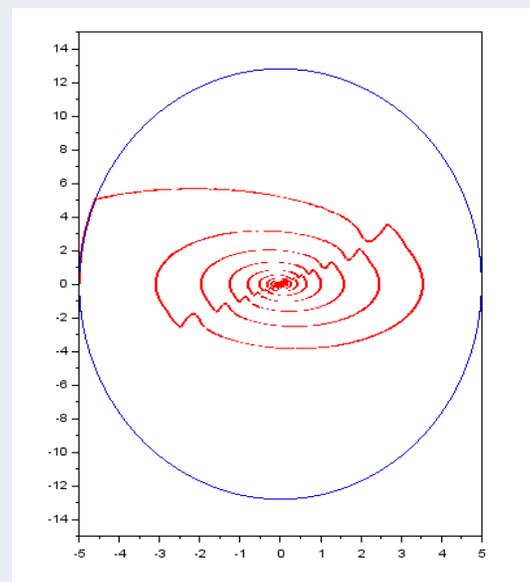
Оптимизация параметров контроллера в задаче стабилизации робота-колеса в заданной точке оси с помощью двух вложенных сатураторов.

Синтез контроллера, одновременно стабилизирующего верхнее положение маятника на колесе и заданное положение колеса.

Дано двустороннее продолжение до глобального семейства невырожденных симметричных периодических движений. Обосновывается задача управления на центральном многообразии.



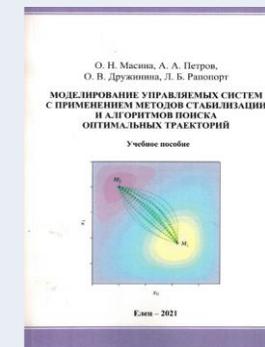
Фазовый портрет эталонной системы со вложенным сатураторами



Фазовый портрет системы стабилизации углового отклонения с переключениями

Лаб. № 16

Зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Рапопорт Л.Б.



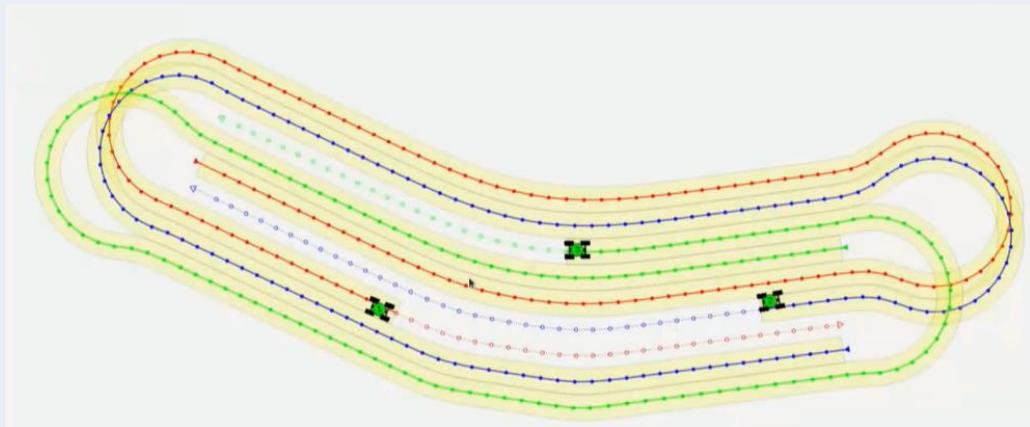
СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Планирование путей, оптимальная маршрутизация и управление группой колесных роботов

Решена задача оптимального покрытия неровного поля параллельными путями с учетом ограничений на максимальную кривизну пути.

Построены оптимальные расписания движения группы колесных роботов.

Синтезирован закон управления, стабилизирующий движение группы по построенным путям и исключающий столкновения.



Лаб. № 16

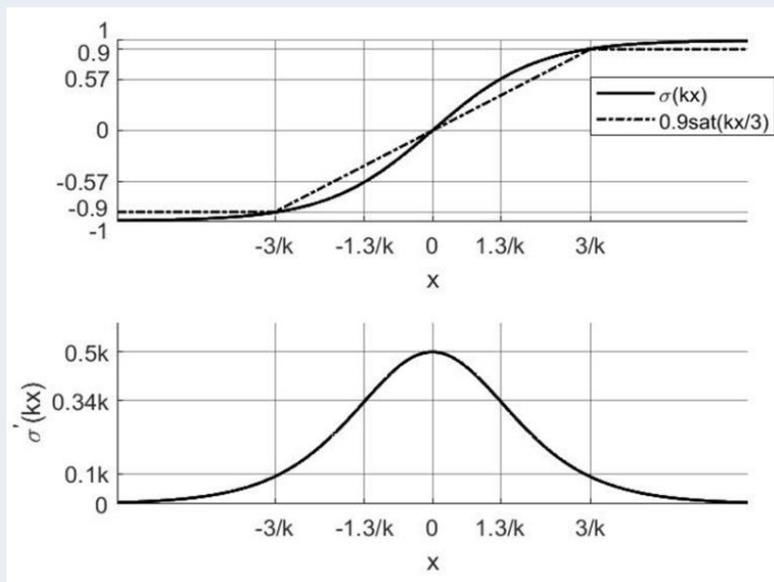
Зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Рапопорт Л.Б.

СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Методы синтеза инвариантных систем управления с несогласованными возмущениями на основе принципа разделения движений

Предложен принципиально новый тип нелинейных обратных связей в виде S-образных сигма-функций, которые обеспечивают в замкнутой системе подавление несогласованных возмущений с заданной точностью и позволяют учитывать имеющиеся ограничения на переменные состояния и управления.

Предложена комплексная процедура блочного синтеза сигмоидальных локальных связей с заданной точностью и временем стабилизации ошибки слежения для одноканальных систем слежения при действии несогласованных возмущений.



Графики сигма-функции (вверху)
и ее производной (внизу)

Сигмоидальная обратная связь:

$$u = -m\sigma(kx),$$

где $m = \text{const} > 0$ – амплитуда,
 $k = \text{const} > 0$ – большой
коэффициент.

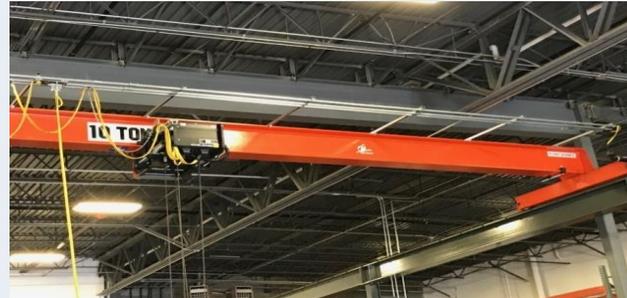
Лаб. № 37

Зав. лаб.
Д.Т.Н.
Уткин А.В.

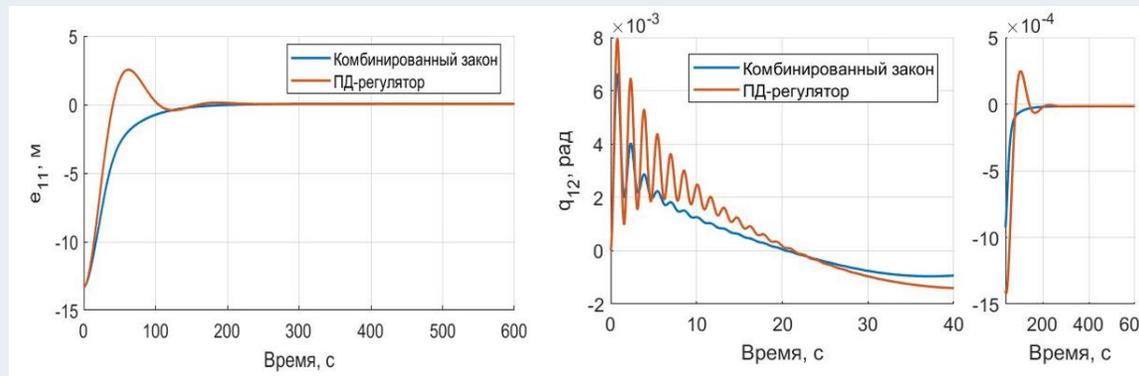
СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Методы синтеза инвариантных систем управления с несогласованными возмущениями на основе принципа разделения движений

Разработан комбинированный закон управления с линейной и сигмоидальной частью, решающий задачу стабилизации заданного положения ходовой тележки однобалочного мостового крана. Показано, что при действии внешних возмущений предложенный подход позволяет снизить амплитуду колебаний груза по сравнению с ПД-регулятором, что повышает надежность и безопасность процесса транспортировки.



Кран типа CXTS10-TON



Графики переменных состояния

Лаб. № 37

Зав. лаб.
Д.Т.Н.
Уткин А.В.

СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

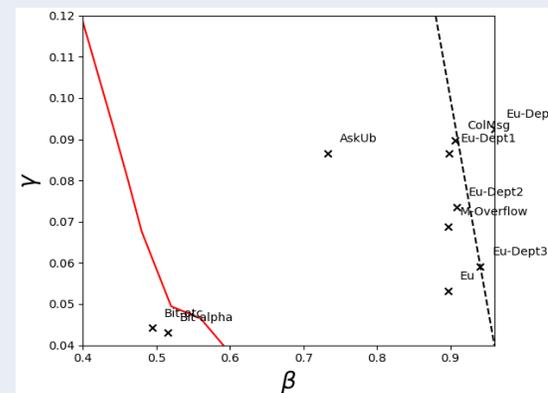
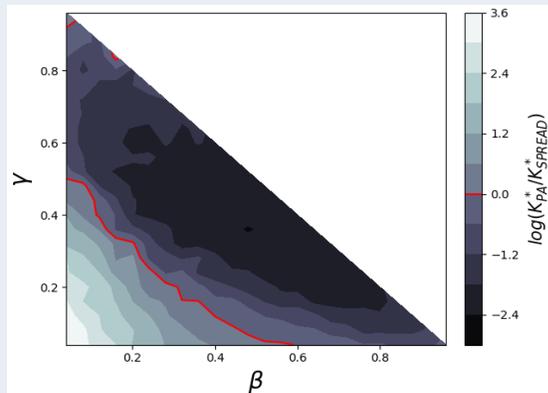
Методы оптимизации законов управления в стохастических моделях мультиагентных динамических систем при наличии экстремальных рисков

Найдены условия для сумм и максимумов случайных нестационарных последовательностей с регулярно меняющимися хвостами, при которых они имеют одинаковые хвостовые и экстремальные индексы.

Предложены критерии согласия типа Колмогорова и омега-квадрат для хвостов распределений, которые позволяют определить тип экстремального риска в задачах распознавания, классификации и управления распределенными системами.

Предложен метод оценивания среднего значения наблюдаемой случайной величины квантовой гамильтоновой системы на основе квантового кодирования средних значений операторов Паули в фазу кубита.

Аналитически получены динамические характеристики многомерных гамма-дисперсионного распределения и несимметричного t -распределения Стьюдента, определяющие величины специальных мер риска.



Лаб. № 38

Зав. лаб.
чл.-корр. РАН
Галяев А.А.

Исполнители:
Маркович Н.М.
Иванов Р.В.
Маркович Л.А.
Родионов И.В.
Рыжов М.С.

СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Гладкие локальные нормальные формы векторных полей Руссари

Проведено исследование особых точек дифференциальных уравнений. Эти задачи возникают при исследовании динамических моделей экономических процессов и в задачах геометрии оптимального управления.

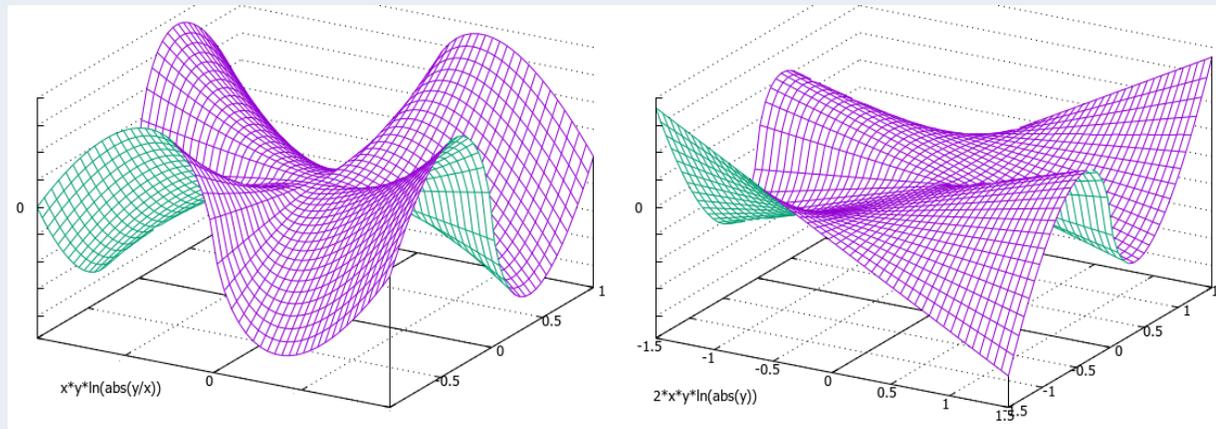
Исследованы ростки векторных полей Р. Руссари в их особых точках гиперболического типа и доказано, что такой росток приводится к нелинейной нормальной форме

$$\dot{x} = px, \quad \dot{y} = -qy, \quad \dot{z}_1 = x^q y^p, \quad \dot{z}_i = 0, \quad i = 2, \dots, n$$

и к линейной нормальной форме.

Показано, что оценка гладкости приводящего диффеоморфизма не улучшаема.

Полученные результаты применяются в задачах исследования динамических моделей экономических процессов: в моделях рынка Аллена, Вальраса-Эванса-Самуэльсона и др.



Лаб. № 45

Зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Арутюнов А.В.

Исполнители:
Жуковский С.Е.,
Павлова Н.Г.

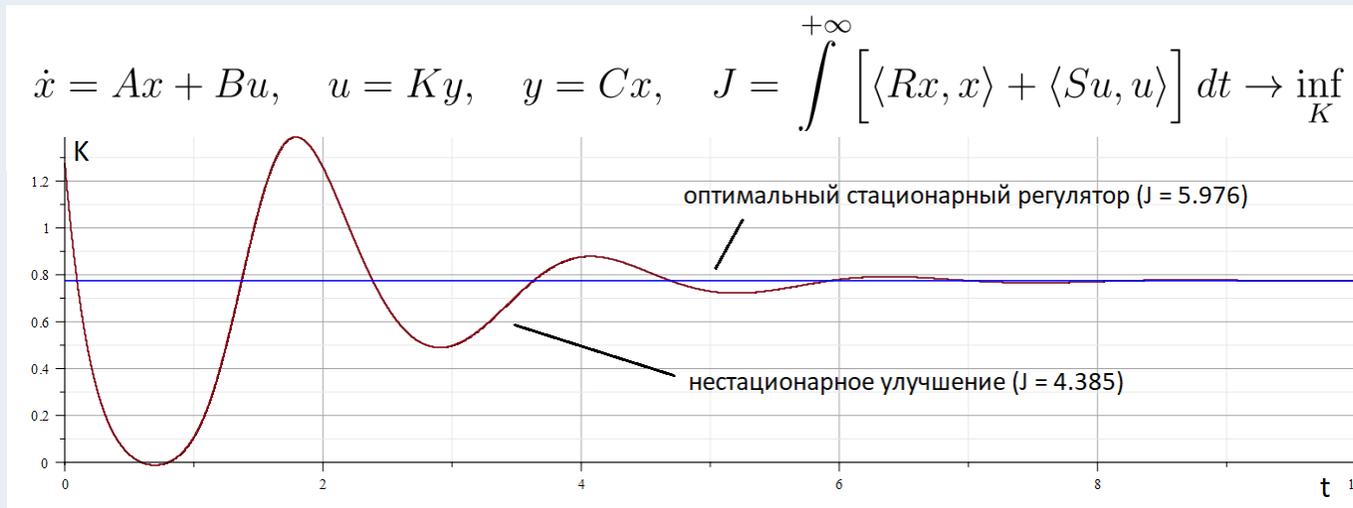
СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Прикладные задачи улучшения нестационарных регуляторов на бесконечном интервале времени

Разработаны алгоритмы прикладного типа для последовательного улучшения нестационарных программ управления линейными динамическими объектами, функционирующими в условиях случайных внешних возмущений на неограниченном интервале времени.

Алгоритмы улучшения применены для построения качественных динамических регуляторов неполной обратной связи.

Построено улучшение оптимальных регуляторов статической обратной связи по выходу в задачах стабилизации спутника с упругой штангой и сближения двух спутников на круговой орбите Земли.



Лаб. № 45

Зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Арутюнов А.В.

Исполнители:
Хрусталеv М.М.,
Царьков К.А.

СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Теория расписаний и дискретная оптимизация

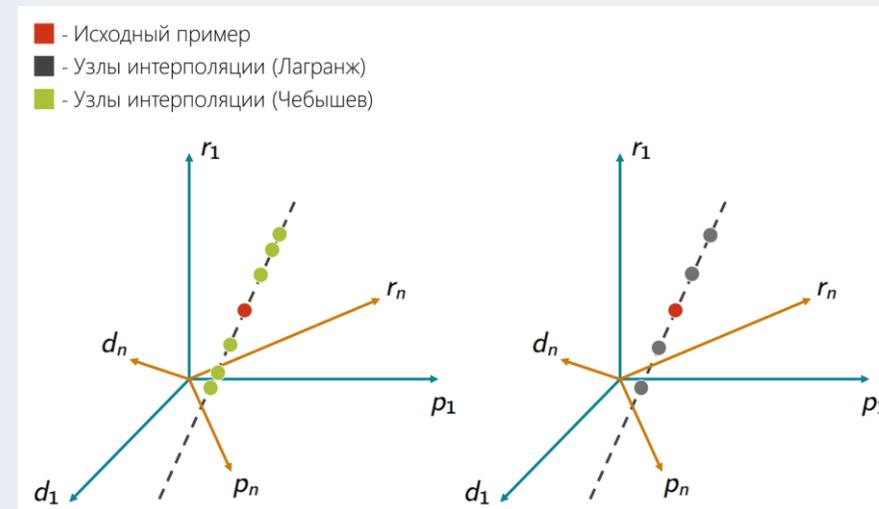
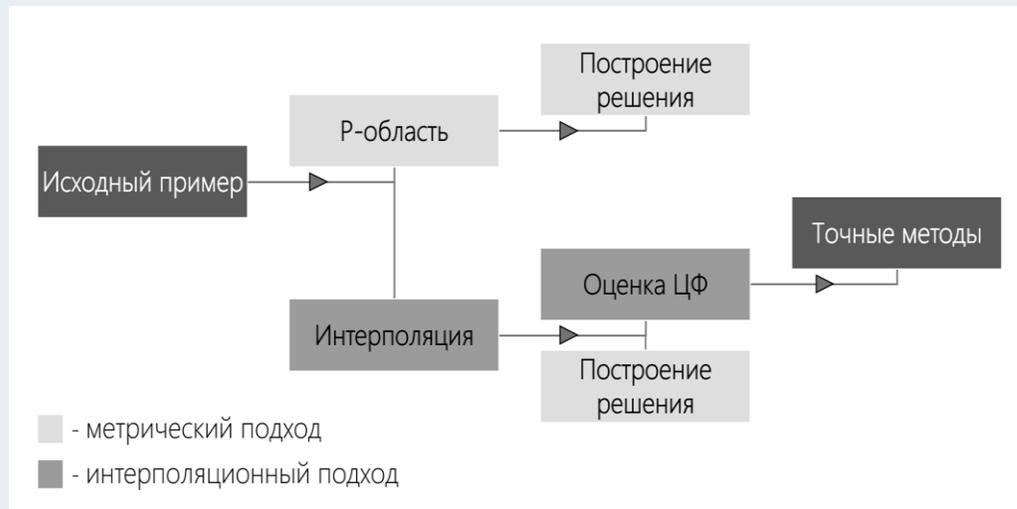
Представлен новый интерполяционный метод на основе полиномов Лагранжа и Чебышева для решения задач теории расписаний с одним прибором. Доказан ряд теорем о применимости данного подхода. Проведен ряд экспериментов. Разработаны модификации алгоритма интерполяции: полиномиальная, многопараметрическая, с гарантированным временем выполнения.

Разработаны два комбинированных подхода для решения задач теории расписаний с одним прибором: метрическая интерполяция и аппроксимационно-интерполяционный подход.

Разработан метрический подход для задачи теории расписаний с двумя параллельными приборами.

Лаб. № 68

Зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Лазарев А.А.



СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

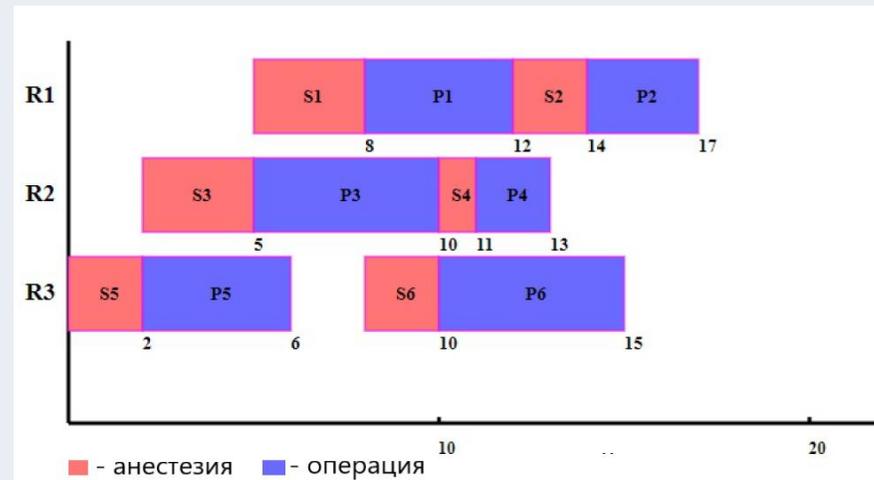
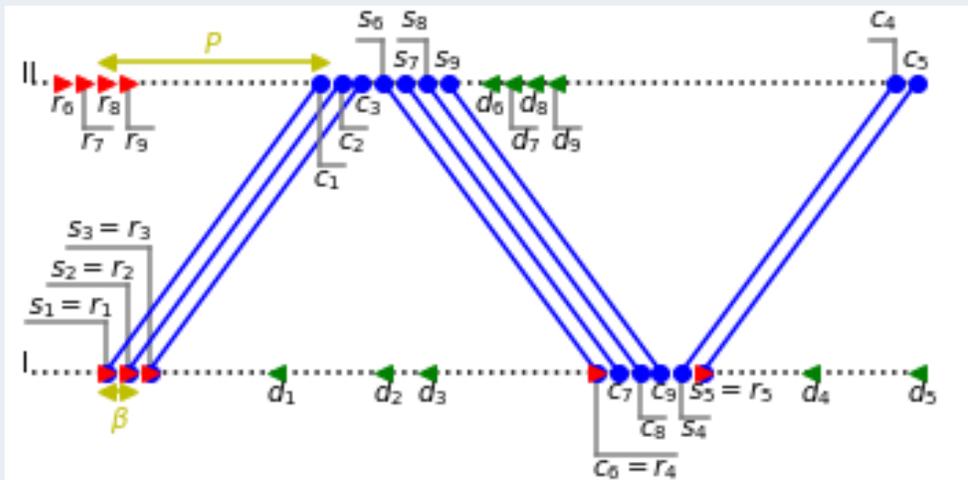
Теория расписаний и дискретная оптимизация

Исследована расширенная практическая задача оптимизации ресурсов операционных комнат больницы и задача оптимизации работы анестезиологов.

Исследована эффективность метрического подхода к решению задачи теории расписаний двухпозиционной однопутной железной дороги.

Исследована практическая задача построения маршрутизации на карте ГИС для городской инфраструктуры. Реализованы алгоритмы кластеризации, в которых первоначально пройденные маршруты уточняются с использованием алгоритмов 2-opt, моделирования отжига и других метаэвристик.

Исследована практическая задача оптимизации грузовых фронтов.



Лаб. № 68

Зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Лазарев А.А.

СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

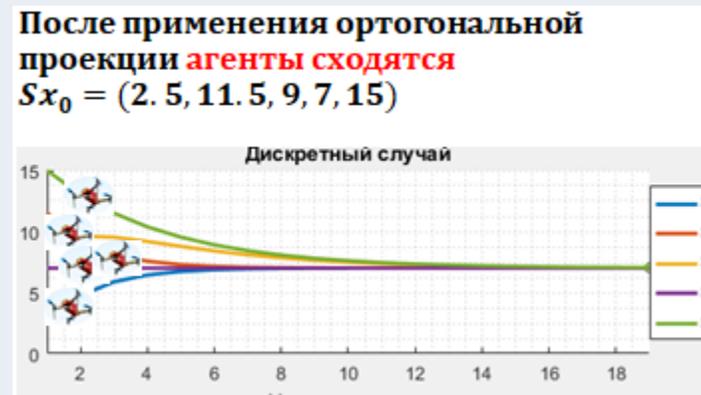
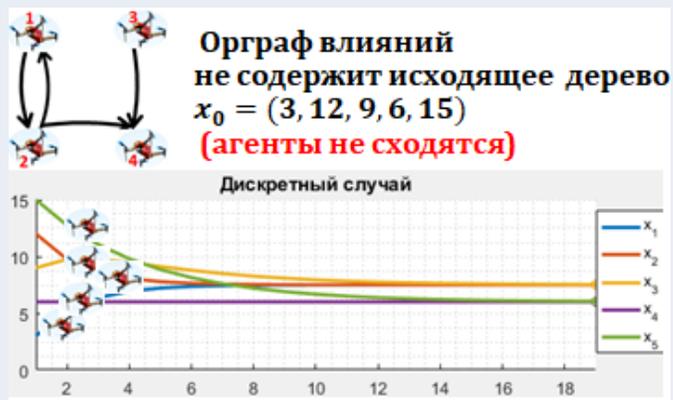
Исследование протоколов взаимодействия агентов с помощью функций от лапласовских матриц

Для достижения консенсуса при орграфе влияний агентов, не имеющем исходящих деревьев, предложено использовать ортогональный проектор S на подпространство консенсуса, корректирующий вектор начальных «мнений» n агентов. При этом итоговый консенсус выражается формулой $L^+ S x_0$, где L^+ – собственный проектор лапласиана L системы. Проектор S определяется обобщенно-обратной U^+ к матрице U , которая строится так: в L для каждой базовой бикомпоненты удаляется один столбец и к полученной матрице полного столбцового ранга добавляется первый столбец из единиц.

Результат 1. Пусть E_{10} – квадратная матрица порядка n , первый столбец которой состоит из единиц, а остальные элементы равны нулю. Тогда $L^+ S = E_{10} U^+$. В частности, при $\text{rank } L = n - 1$ имеем $L^+ S = L^+ = E_{10} U^{-1}$.

Результат 2. Для любой положительной диагональной матрицы D : $(DL)^+ = L^+ T$, где T – диагональная матрица, элементы которой определяются минорами U .

Лапласиан DL соответствует системам с неравными задержками агентов.



Лаб. № 70

Зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Чеботарев П.Ю.

СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Методы анализа и моделирования нелинейных процессов и систем

В рамках разработки комплексного подхода к анализу качества и устойчивости функционирования искусственных нейронных сетей предложен метод исследования структуры и характеристик латентного пространства нейросетевых классификаторов и сегментаторов.

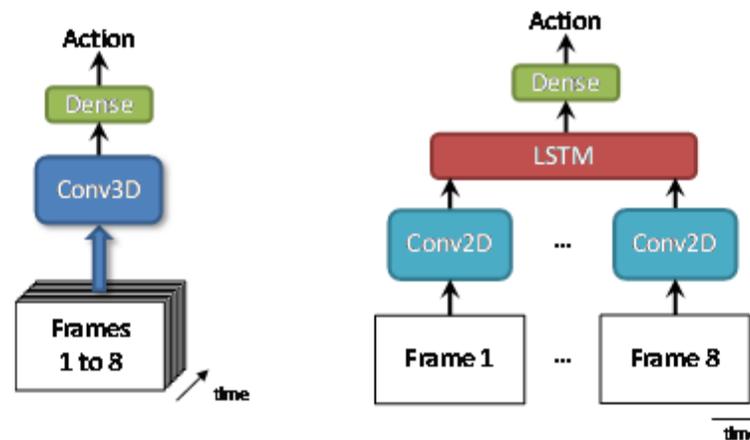
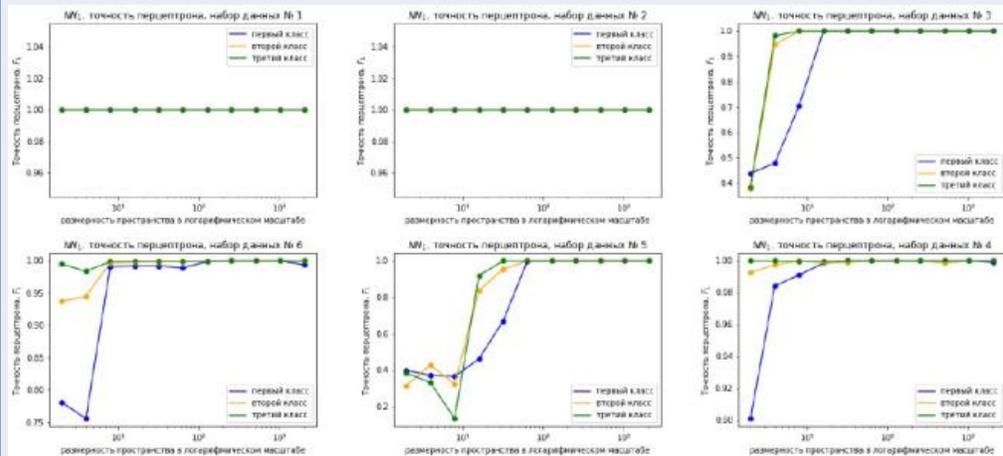
Проведено исследование типичных классов нейросетей в режиме распознавания действий (поведения) объектов на видео. Изучено влияние динамической компоненты видеопоследовательностей на принятие решений нейросетями, а также устойчивость нейросетей к искажению порядка видеопоследовательностей.

Предложен метод оценивания характеристик переходных процессов в режиме синхронизации хаотических колебаний по единственной наблюдаемой реализации.

Лаб. № 77

Зав. лаб.
К.Т.Н.

Макаренко А.В.



СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Технологии глубокого обучения

Для решения ряда задач фотограмметрии (оценивание линейных размеров и массы объектов) предложены специальные архитектуры нейросетей с оптимизированным представлением входных слоёв.

Для решения задач инверсной кинематики предложено решение, в первом приближении, комбинирующее глубокую нейросеть с методами дифференциальной геометрии.

Ведётся разработка нейросетевых алгоритмов (классификаторы, сегментаторы), способных распознавать ситуацию отсутствия объектов/паттернов, принадлежащих целевым классам.

Для ряда прикладных проектов машинного зрения разработаны нейросетевые алгоритмы по распознаванию, локализации, сегментации и идентификации наблюдаемых объектов.

Лаб. № 77

Зав. лаб.
К.Т.Н.
Макаренко А.В.

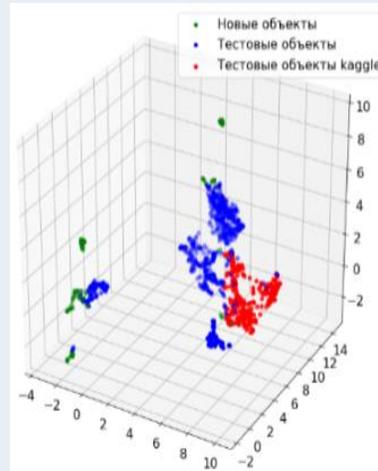
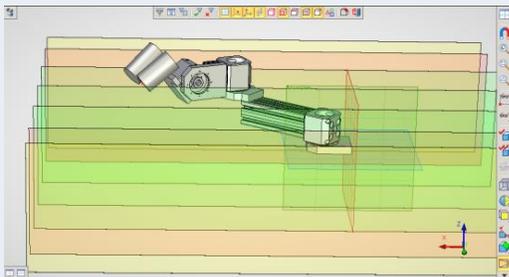


Рис. 9: UMAP

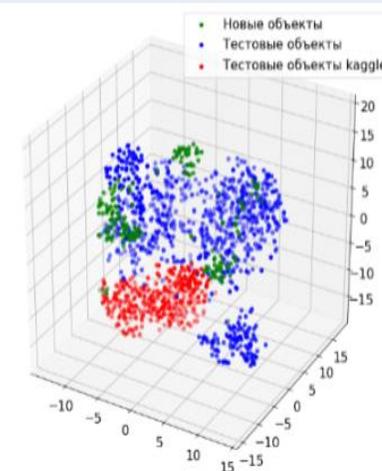


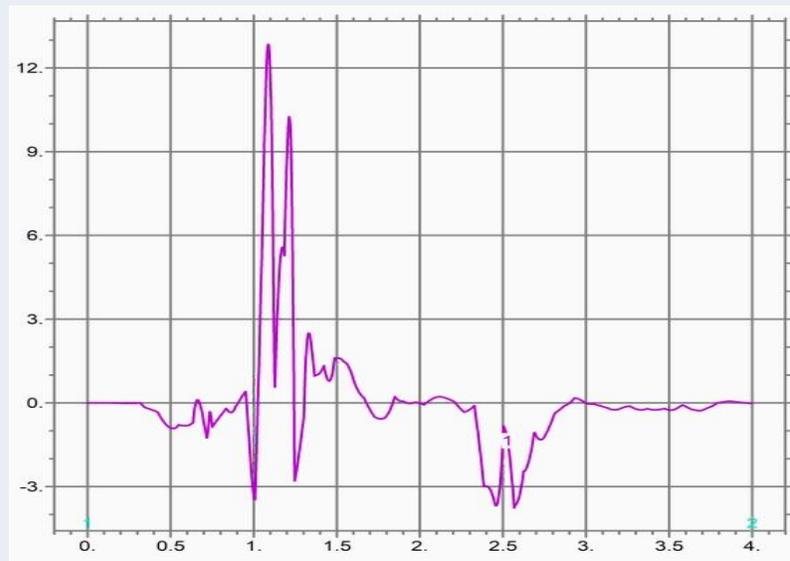
Рис. 10: t-SNE

СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Управление волновыми процессами в насыщенных пористых средах нефтяных месторождений

Исследованы эффекты самофокусировки волновых пучков, определяемые нелинейным уравнением Хохлова-Заболоцкой для управления разработкой нефтяных месторождений с трещиновато-пористыми резервуарами и учетом капиллярного взаимодействия между скелетом породы и фильтрующимися флюидами.

Аналитическими методами исследованы распределения волн в неоднородных пористых средах – решения уравнения Хохлова-Заболоцкой. Получены частные решения, разработаны асимптотические и численные методы. Образец расщепления ударной волны представлен на рисунке.



Зав. лаб. 82
к.ф.-м.н.
Искаков А.Б.

Исполнители:
Самохин А.В.
Ахметзянов А.В.

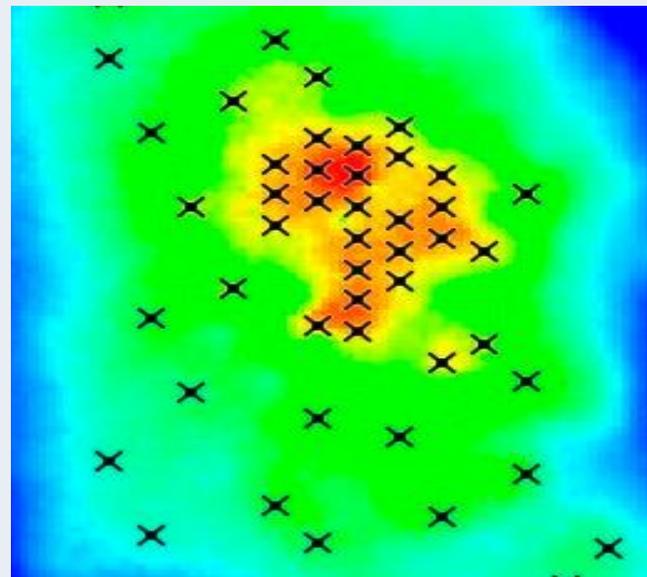
СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Модели проектирования оптимального размещения скважин при разработке газовых месторождений

Исследован автоматизированный подход к формированию и выбору схем размещения добывающих скважин и кустовых площадок, учитывающий экспертную информацию, эвристические правила расстановки скважин, геологическое строение пласта и результаты расчёта, выполненные на гидродинамических моделях. Решение задачи направлено на увеличение коэффициента извлечения углеводородов из продуктивных пластов.

Получены решения поставленных задач методами дискретного программирования. Выполнен сравнительный анализ результатов применения указанных методов и подхода, основанного на сведении решения задачи к решению серии задач математического программирования транспортного типа, что обеспечивает повышение эффективности при решении задач большой размерности.

*Вариант размещения скважин
(цветом обозначена газонасыщенность участков залежи)*



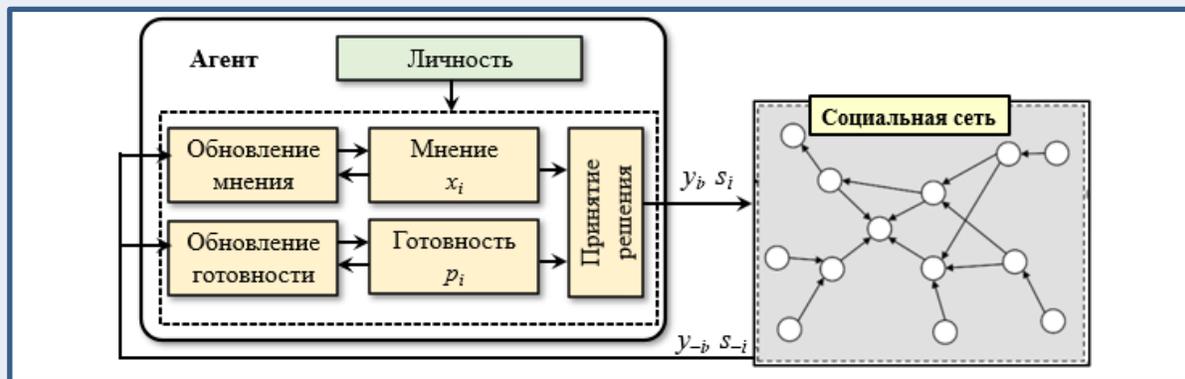
Зав. лаб. 82
к.ф.-м.н.
Искаков А.Б.

Исполнители:
Ермолаев А.И.
Латипов А.Р.
Пучковский С.А.

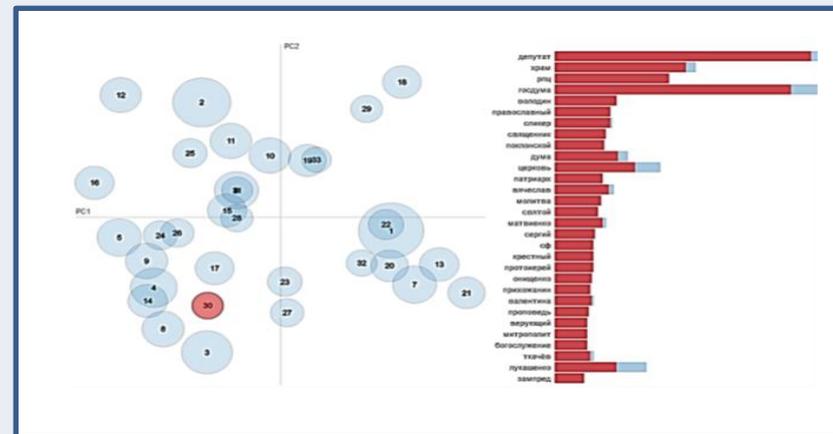
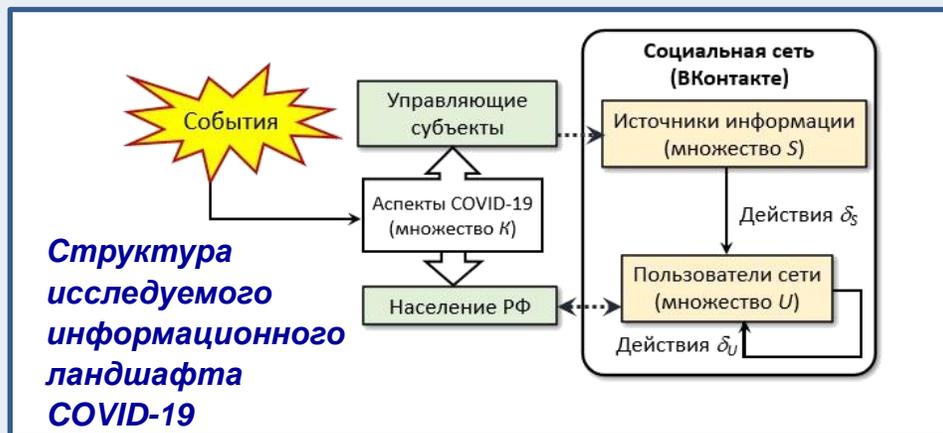
СЕКЦИЯ 2: Управление социально-экономическими и медико-биологическими системами

Социальные сети

Исследована модель формирования представлений в социальных сетях, в которой под воздействием социального влияния одновременно происходит изменение активности индивидов и формирование их представлений.



Предложен подход к описанию производства и потребления информации в онлайн-социальных сетях, который основывается на действиях участников сети. Произведен анализ на примере ситуации с COVID-19.



Лаб. № 11

Зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Жиликова Л.Ю.

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

Бионические и биологически инспирированные модели

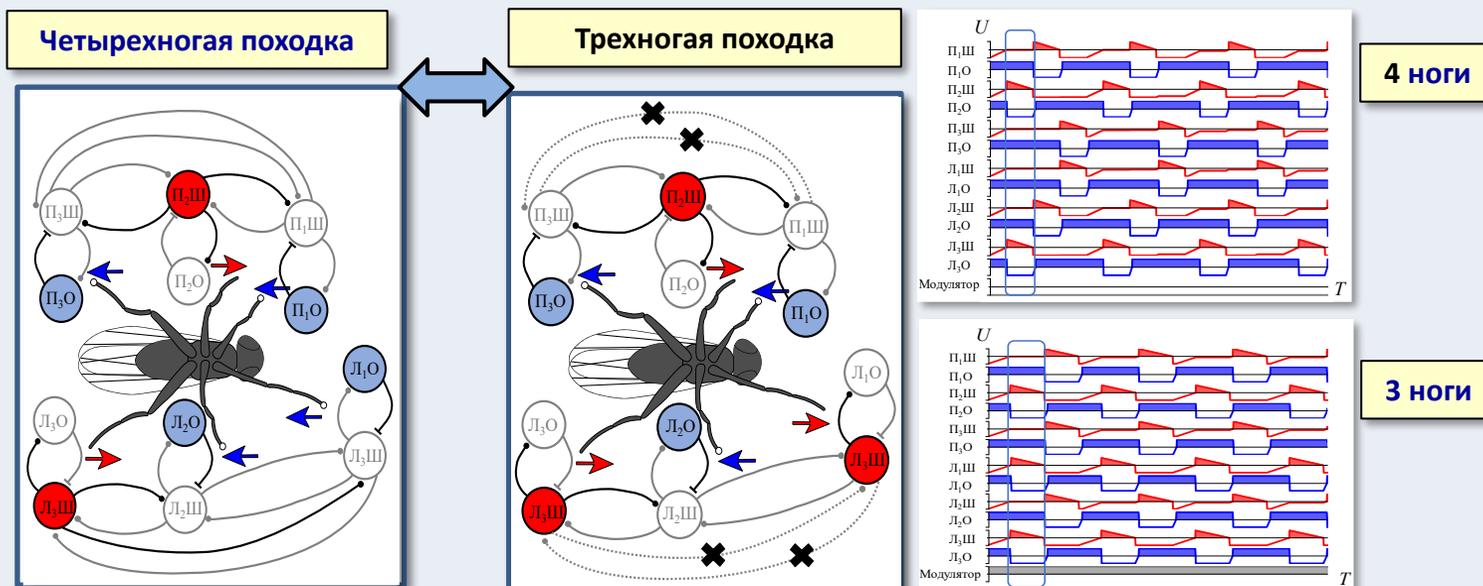
Разработан метод прогноза состояния бионического протеза колена с использованием марковских моделей.

От разработчиков бионических протезов ног были получены экспериментальные данные о движении пациентов с бионическим протезом. Построенная модель показала хорошее качество прогноза для 12 типов движений (ходьба, подъем и спуск по лестнице, приседания, ходьба по пандусу и др.).

Формализован механизм нейромодуляции в нейронных ансамблях. Выполнена программная реализация модели и проведен ряд вычислительных экспериментов по изменению походки гексаподов. Ключевым эффектом нейромодуляции является осуществление быстрой функциональной перестройки нейронных сетей без изменения их структурных свойств.

Лаб. № 11

Зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Жиликова Л.Ю.



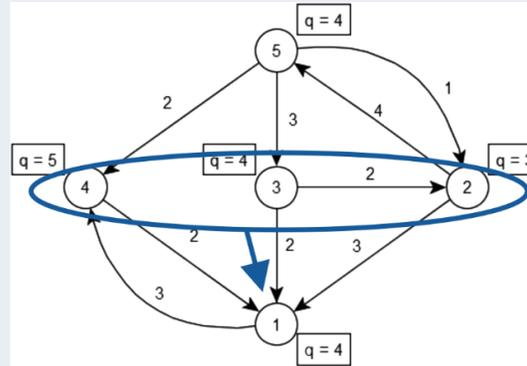
СЕКЦИЯ 2: Управление социально-экономическими и медико-биологическими системами

Новые индексы центральности в сетях с учетом группового влияния вершин

Предложены новые индексы центральности в сетях с учетом группового влияния вершин и наличия ключевых вершин.

Впервые построена комплексная математическая модель по проблеме программируемой смерти клеток (апоптоза).

Проведен сетевой анализ значимости научных публикаций в сети цитирований по теме нейродегенеративных заболеваний.

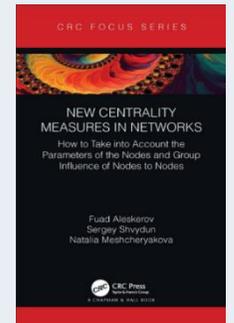


$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= \mu_g f_{gr} x_1 - (\mu_e x_4^a) x_1 - \mu_i \frac{x_1}{1 + k_{x_3} S} \\ \dot{x}_2 &= \mu_e x_4^a x_1 - k_{x_4} x_2 \\ \dot{x}_3 &= \mu_i \frac{x_1}{1 + k_{x_3} S} - k_{x_5} x_3 \\ \dot{x}_4 &= k_{x_4} x_2 + k_{x_5} x_3 - \mu_d x_4 \\ \dot{S} &= -k_c (x_1 + x_2 + x_3) + \gamma \mu_d x_4\end{aligned}$$

Neuroscience
Journal of Neural Transmission
Frontiers in Neurology
Journal of Neuropathology & Experimental Neurology
Movement Disorders

Лаб. № 25

Зав. лаб.
Д.Т.Н.
Алескеров Ф.Т.



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

Исследование процедур голосования, структурированных профилей предпочтений, манипулируемости процедур.

Найден теоретический максимум возможности позиционных правил различать профили предпочтений в случае трех альтернатив, получена характеристика через запрещенные подпрофили известных семейств структурированных дихотомических предпочтений. Найден алгоритм восстановления неполных дихотомических профилей предпочтений до структурированных профилей.

Проведено исследование степени индивидуальной манипулируемости позиционных процедур коллективного выбора в динамической модели голосования.

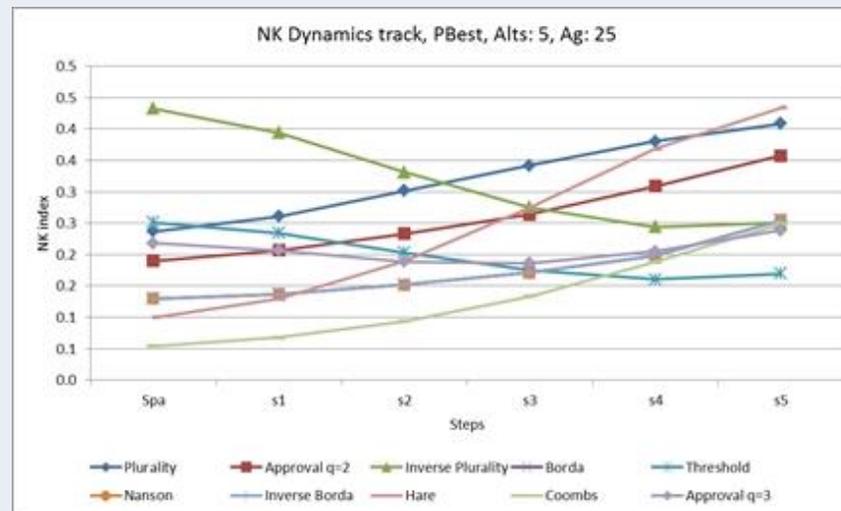
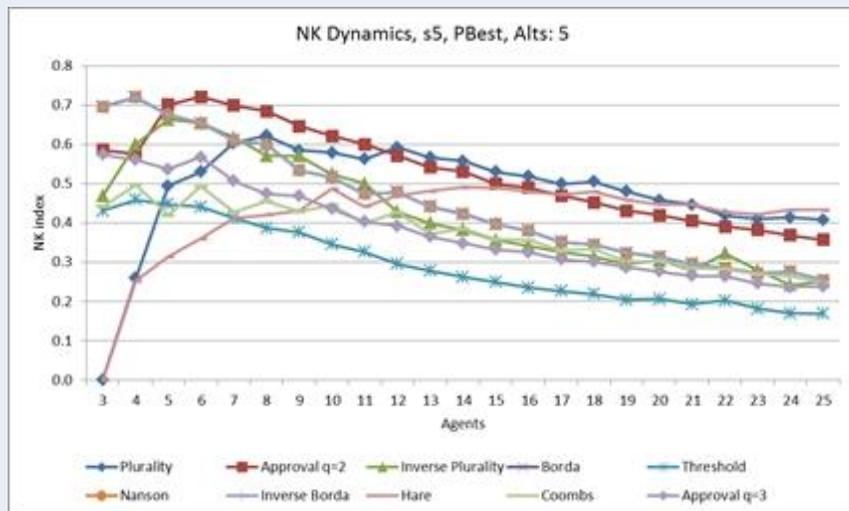
Продолжены работы по повышению точности предложенных методов анализа паттернов и снижению размерности данных.

Лаб. № 25

Зав. лаб.

д.т.н.

Алескеров Ф.Т.



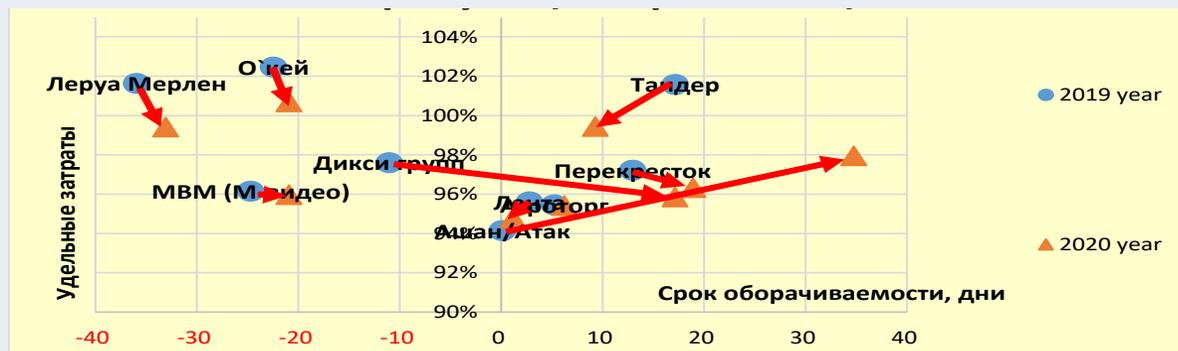
СЕКЦИЯ 2: Управление социально-экономическими и медико-биологическими системами

Модель стресс-тестирования для управления системообразующими предприятиями России

Разработана модель стресс-тестирования предприятий реального сектора экономики. Разработан аналитический вид решения обратной задачи однофакторного стресс-тестирования.

Модель апробирована на системообразующих организациях ряда отраслей. Исследования на модели показали, что российские системообразующие организации имеют а) «запас прочности» (сократили расходы на 2-4% в 2020 г.) б) большую адаптивность и скорость реакции при коронакризисе.

Методология стресс-тестирования может поддерживать разработку сценариев национальной безопасности жизнеобеспечения в критических ситуациях.



Результаты исследования «прочности» системообразующих организаций

Лаб. № 33

Зав. лаб.
Д.Т.Н.
Дранко О.И.



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

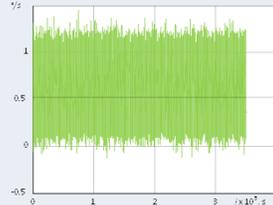
Особенности стохастических процессов с фрактальными свойствами и их применения

Теоретически и экспериментально исследованы фрактальные свойства динамических процессов в измерительных системах и датчиках, навигации и управлении движением, телекоммуникационных сетях, дефектоскопии.

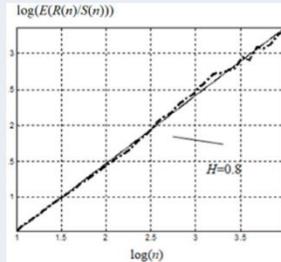
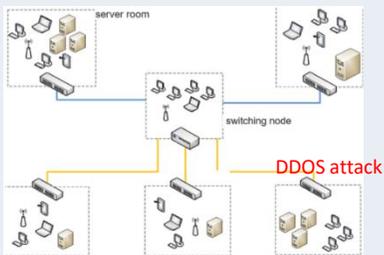
Разработаны и реализованы:

а) математические модели с учетом фрактальности для ошибок микромеханических датчиков (гироскопа и акселерометра), подвижных воздушных объектов (траектория самолёта), трафика компьютерных сетей (обнаружение кибер-угроз), выявления дефектов (заклёпочные соединения фюзеляжа, крыла и мотогондолы);

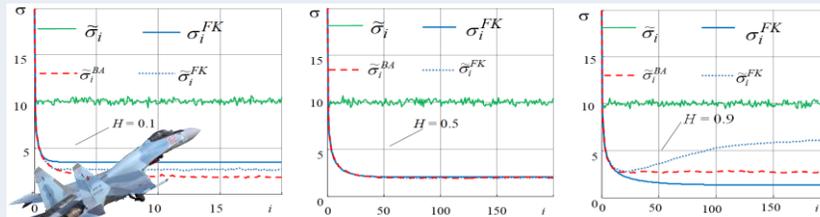
б) алгоритмы оценки фрактальности для исследуемых процессов, позволяющие своевременно выявлять аномальное поведение систем.



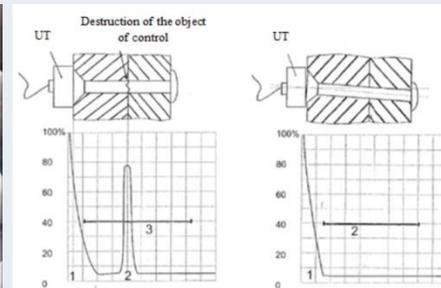
Измерительные системы и датчики



Информационная безопасность



Оценка навигационных параметров



Дефектоскопия

Лаб. № 40

Зав. лаб.

К.Т.Н.

Пащенко А.Ф.

Исполнители:

Лаб. 40

Амосов О.С.

Лаб. 80

Амосова С.Г.

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

Построение адаптивного нечеткого линейно-квадратичного регулятора (FLQR)

Разработан адаптивный FLQR регулятор. Гибридный регулятор состоит из трёх блоков – нечеткого регулятора, LQR-регулятора и адаптивного блока настройки.

Поставлена и решена практическая задача управления тепловым котлом на модели учебного стенда. При этом блок нечеткой логики обеспечивает быстродействие регулятора, а LQR-регулятор – его точность.

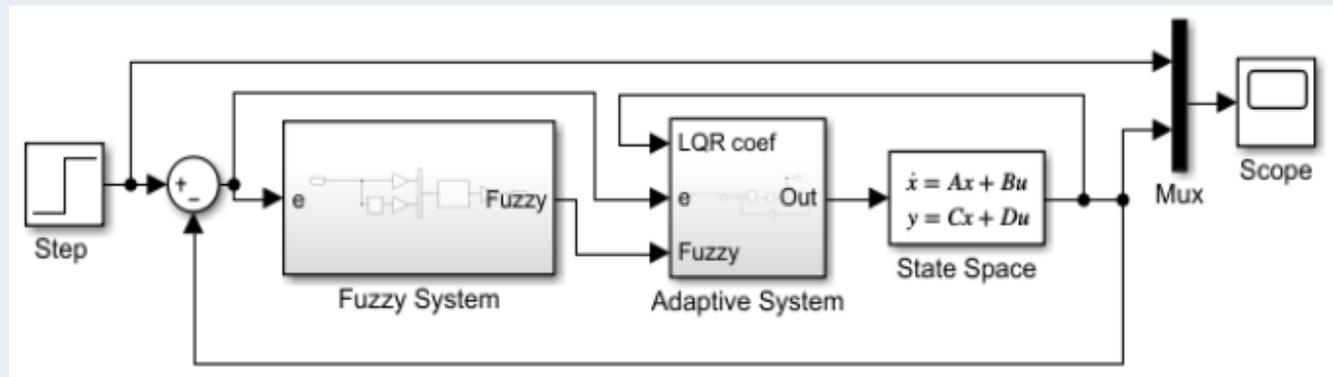


Схема адаптивного нечеткого линейно-квадратичного регулятора (FLQR)

| Тип регулятора | Характер процесса | Коэффициент адаптивного нечеткого регулятора Kdu | Время нарастания, с | Время переходного процесса, с |
|-------------------------|-------------------|--|---------------------|-------------------------------|
| Традиционный LQR | Устойчивый | - | 0.12 | 0.15 |
| Адаптивный нечеткий LQR | Устойчивый | 5 | 0.005 | 0.11 |
| Адаптивный нечеткий LQR | Устойчивый | 10 | 0.0025 | 0.09 |

Лаб. № 40

Зав. лаб.

К.Т.Н.

Пащенко А.Ф.

Исполнители:

Пащенко Ф.Ф.

Пащенко А.Ф.



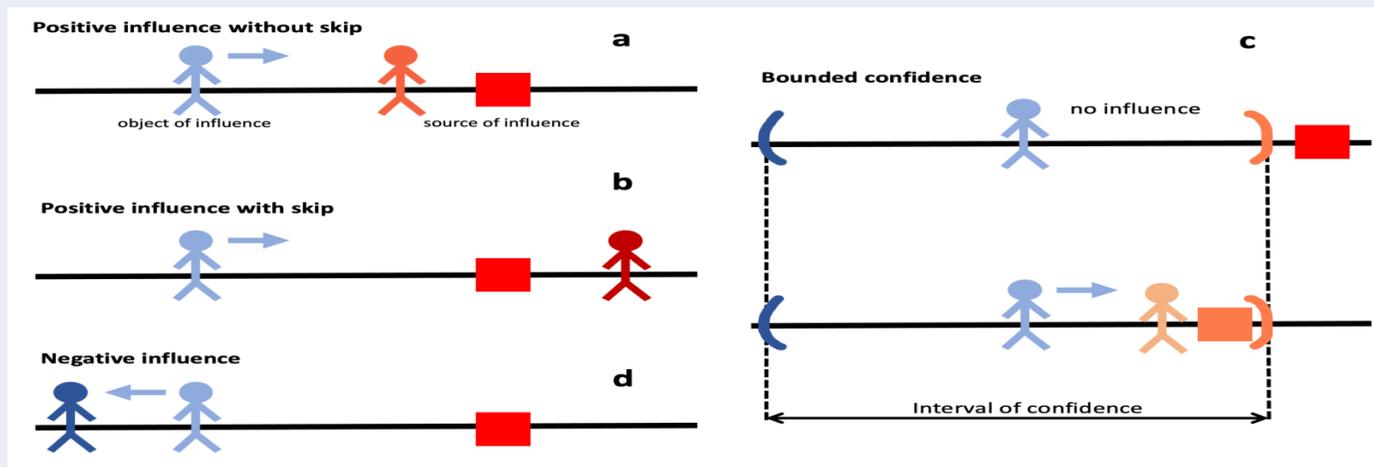
СЕКЦИЯ 2: Управление социально-экономическими и медико-биологическими системами

Анализ динамики мнений пользователей онлайн социальной сети «ВКонтакте» с позиции моделей социального влияния

Выявлена структура взаимодействий пользователей социальной сети ВКонтакте относительно политической повестки. Показано, что склонность к формированию информационных пузырей положительно коррелирует с уровнем радикальности взглядов.

Найдены эмпирические подтверждения диссимлятивному типу социального влияния (в результате взаимодействия разница во мнениях растет), получена его математическая форма – вероятность возникновения и магнитуа изменения мнения как функции разницы мнений пользователя и его окружения.

Разработана модель, описывающая совместное влияние ассимилятивной (в результате взаимодействия разница во мнениях сокращается) и диссимлятивной компонент социального влияния на динамику мнений.



Лаб. № 57

Зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Чхартишвили А.Г.



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

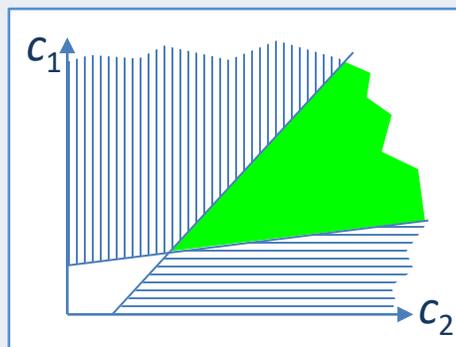
Механизм снижения цен в модели Леонтьева

Рассмотрено функционирование модели Леонтьева в случае, когда каждую отрасль представляет один производитель-монополист.

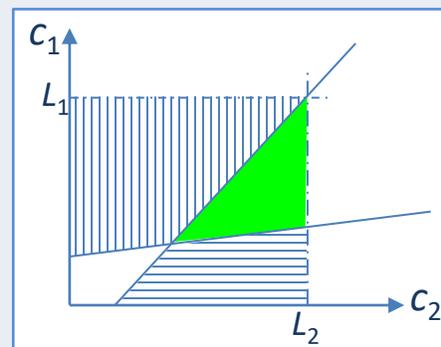
Определены условия прибыльности для всех отраслей. Появление области прибыльности порождает у монополистов стремление увеличить свою прибыль за счет роста цен.

Введение ограничений на рентабельность не решает проблему роста цен, а приводит к сокращению области прибыльности и росту затрат на производство.

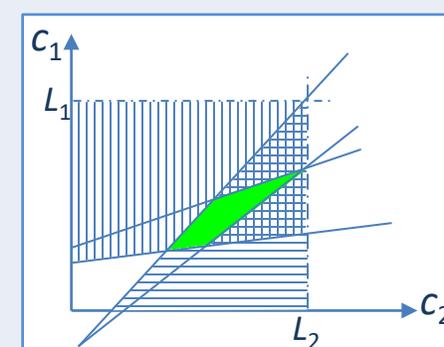
Показана возможность и определены условия использования противозатратного механизма в модели Леонтьева. Область прибыльности при этом сокращается еще больше, но монополистам не выгодно увеличивать цены и затраты на производство.



*Область прибыльности при
учете цен на продукцию
монополистов*



*Область прибыльности при
введении лимитных цен*



*Область прибыльности при
введении ограничения на
макс. рентабельность*

Лаб. № 57

Зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Чхартишвили А.Г.



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

Методы и методики оценки потенциального выпуска современных макросистем

Разработаны методики оценки краткосрочного и среднесрочного потенциального выпуска макросистем, основанные на применении ресурсных методов (в том числе при помощи регрессионных производственных функций с распределенными лагами) и трендовых методов (в том числе позволяющих построить среднесрочную кривую совокупного предложения макросистемы).

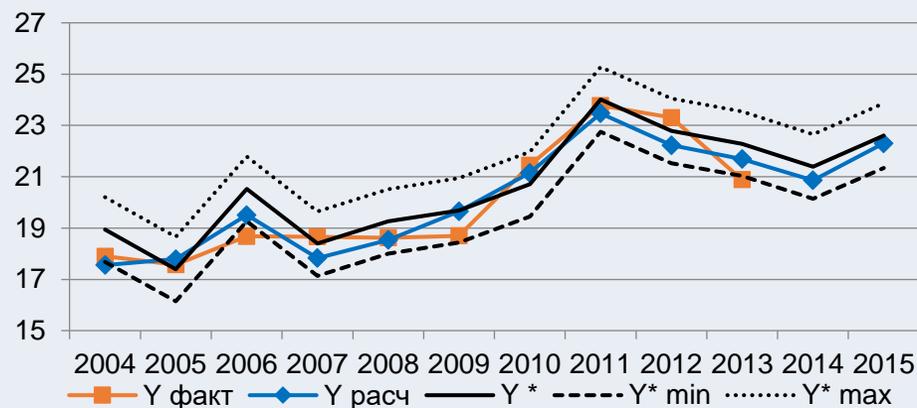


Рис. 1. Графики реального, расчетного и потенциального ВРП Магаданской области для периода 2004-2015 гг.

$$Y_i = 16,47 \cdot L_{i-2}^{-1,68} \cdot L_{i-3}^{1,82}$$
$$R^2 = 89,8\%$$

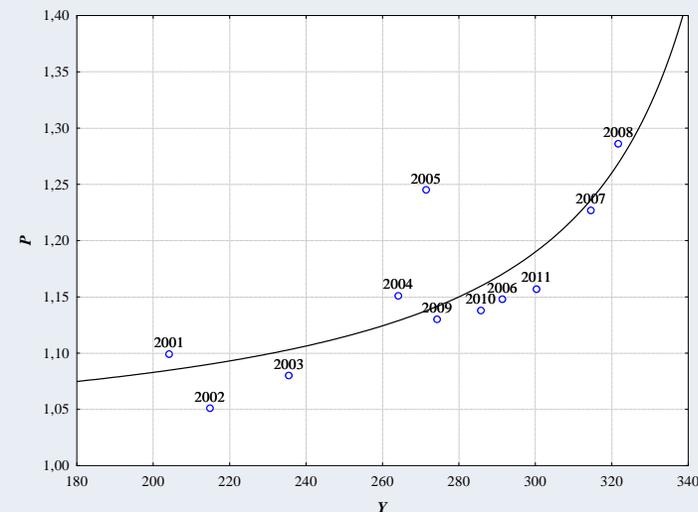
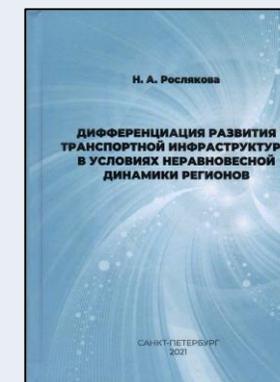


Рис. 2. Кривая совокупного предложения для экономики Украины, 2001-2011 гг.

$$P = 1,005 - 13,404 / (Y - 372,581)$$
$$R^2 = 99,8\%$$

Лаб. № 67

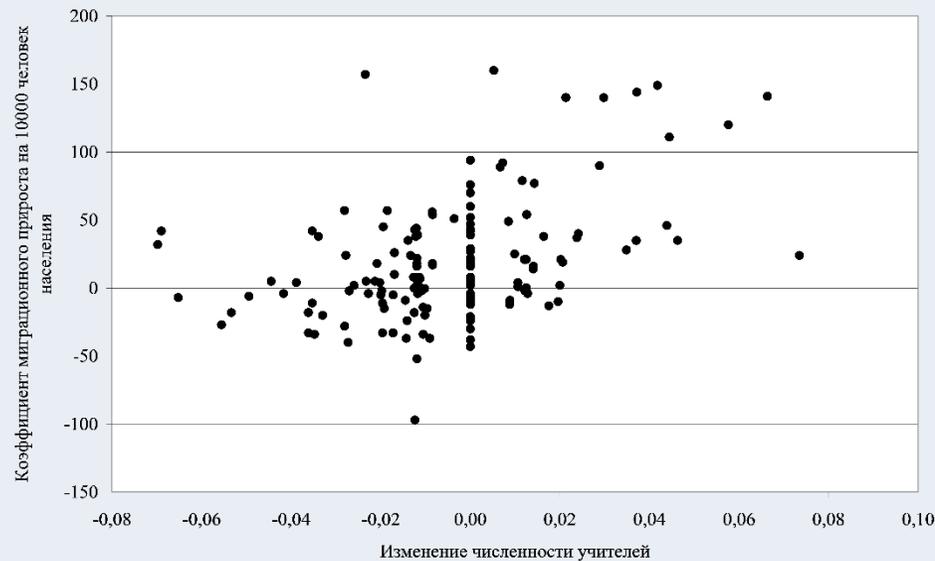
Зав. лаб.
Д.э.н.
Нижегородцев Р.М.



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

Методика прогнозирования динамики региональных рынков квалифицированного труда

Разработана методика среднесрочного (в пределах 2-3 лет) трендового прогнозирования динамики региональных рынков квалифицированного труда с учетом поправок, обусловленных миграцией, динамикой рождаемости/смертности, реализацией госпрограмм на территории региона, динамикой городского и сельского населения и другими факторами. Методика апробирована на примере задачи прогнозирования потребности в учителях средних общеобразовательных школ в регионах Центрального Федерального округа России.



Изменение численности учителей по сравнению с предыдущим годом и коэффициент миграционного прироста на 10000 человек населения для областей Центрального Федерального округа в 2011-2019 гг.

Лаб. № 67

Зав. лаб.
Д.Э.Н.
Нижегородцев Р.М.

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

Междисциплинарное моделирование и информационные средства мониторинга и управления жизненным циклом биологических систем

Разработана структурная модель информационной платформы мониторинга и экспертной поддержки управленческих решений в управлении общественным здоровьем как фрактального элемента управления биологическими социальными системами (Рис. 1).

Показано влияние социально-экономических условий на формирование и использование в национальных системах охраны здоровья «оценки технологий здравоохранения» как одного из ключевых блоков представленной информационной платформы (Рис. 2).

Расширены представления о значимости социальных детерминант (уровень образования и др.) на бремя болезни неинфекционных заболеваний (Рис. 3).

Лаб. № 81

Зав. лаб.
Д.М.Н.
Мешков Д.О.

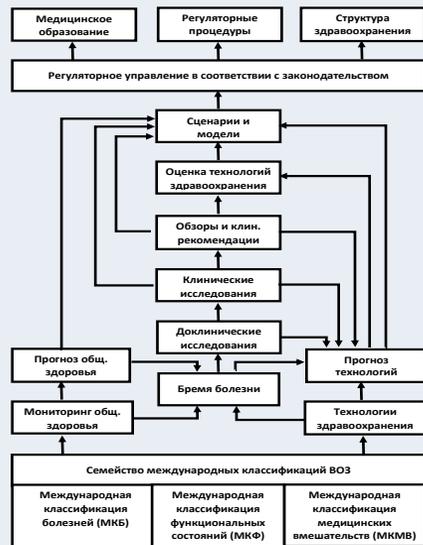


Рис. 1



Рис. 2



Рис. 3



Возраст (интервалы лет)

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

Разработка перспективных технических средств управления

1. Разработан частотный метод, микроструйный датчик, аналитические соотношения и критерии качества для расчета и экспериментального исследования резонансных частот атмосферных газов.

2. Разработаны методы и средства инвариантного измерения положения границы раздела двух эмульсионных сред в емкости, радиоволновой дистанционной диагностики движущихся механизмов по вибрации.

3. Теоретически исследованы оптимальные по величинам магнитострикции и магниторезистивного эффекта наноструктуры.

Лаб. № 2

Зав. лаб.

Д.Т.Н.

Балабанов А. В.



$$f_p = \frac{w}{l} \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$$

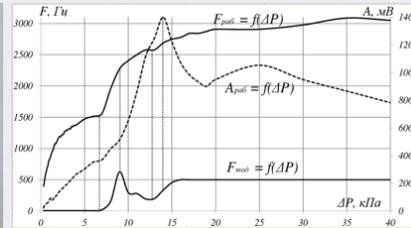
w – коэффициент расхода;

l – длина выходного канала, м;

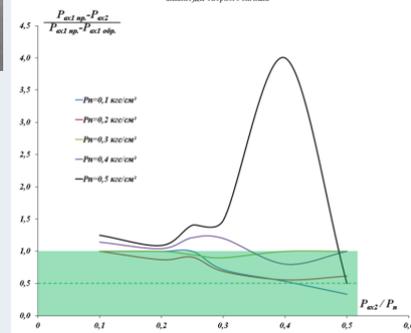
k – постоянная Больцмана, Дж/К;

T – температура газа, К;

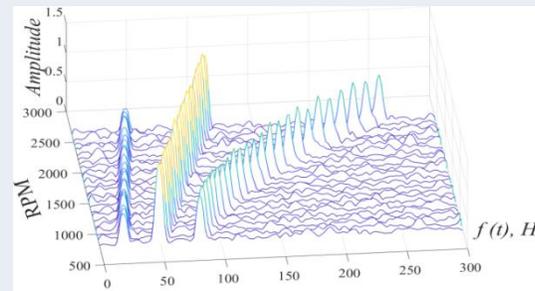
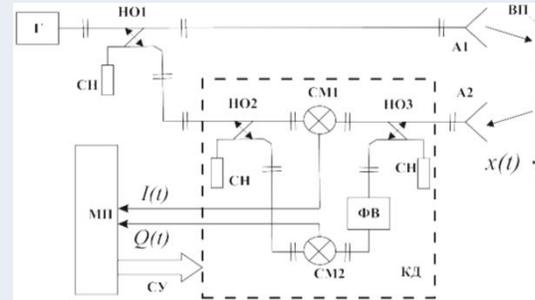
m_0 – масса молекулы газа, кг.



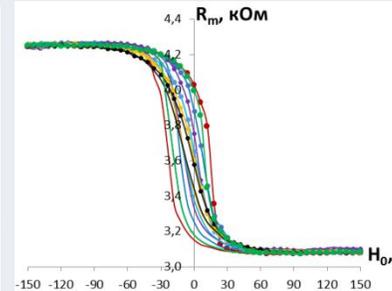
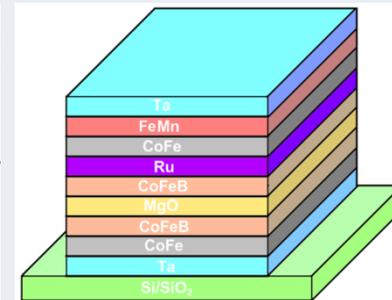
Критерии качества конструкции
График зависимости относительного гистерезиса от относительной амплитуды входного сигнала



1



2



3

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

Ресурсные гетерогенные системы массового обслуживания (СМО)

Предложены разнородные ресурсные СМО с непуассоновскими входящими потоками требований и гибкой системой реагирования обслуживающих узлов.

Решена задача анализа общего объема занимаемых ресурсов каждого типа при условии, что среднее время обслуживания требований много больше интенсивности входящего потока и в предположении, что серверы имеют неограниченные ресурсы.

Эргодические процессы в СМО и смежных задачах

Исследованы сложные стохастические системы, поведение которых определяется линейчатыми процессами, определяемыми вложенными процессами квазивосстановления.

Разработан новый подход к моделированию СМО и моделей, описываемых линейчатыми процессами, в режиме реального времени.

Управляемые СМО с большим числом неоднородных приборов

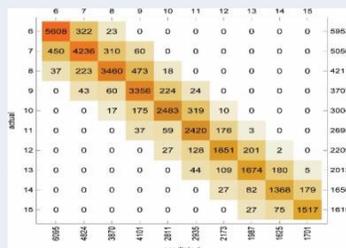
Получены эвристические выражения для вычисления пороговых политик управления включением медленных приборов с целью минимизации средних потерь, например, в виде энергопотребления.

Подтверждена эффективность использования динамического программирования для тренировки искусственных многослойных нейронных сетей с целью оценки значений оптимальных порогов.

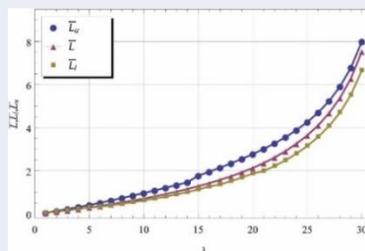
Лаб. № 17

Зав. лаб.
Д.Т.Н.
Фархадов М.П.

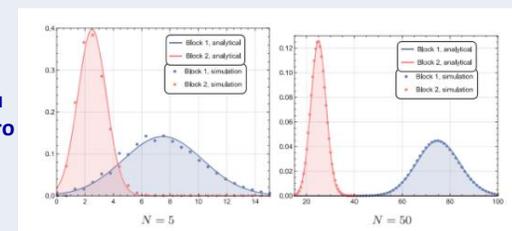
Матрица неточностей при оценке оптимального порога включения одного из приборов



Среднее время пребывания заявки вместе с верхней и нижней границами



Сравнение эмпирического и асимптотического распределений



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

Система для поиска точек расположения сетевых устройств

Построение 3d рельефа по карте.

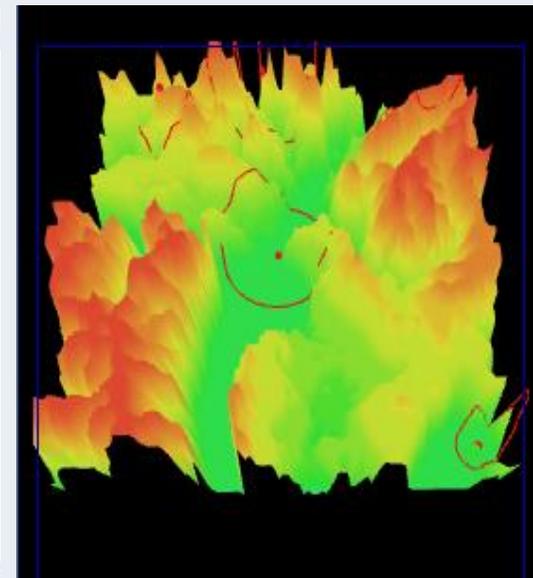
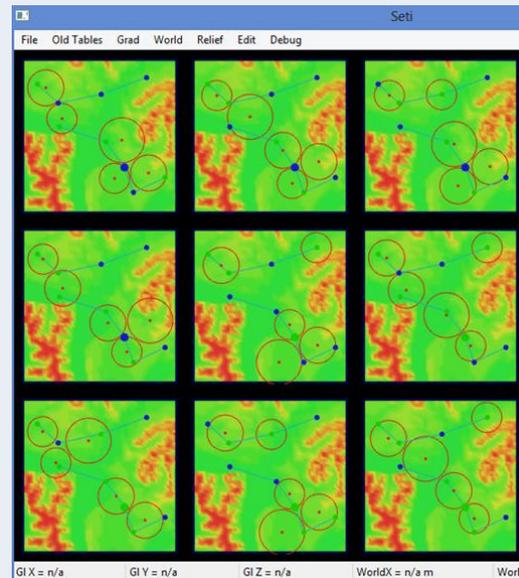
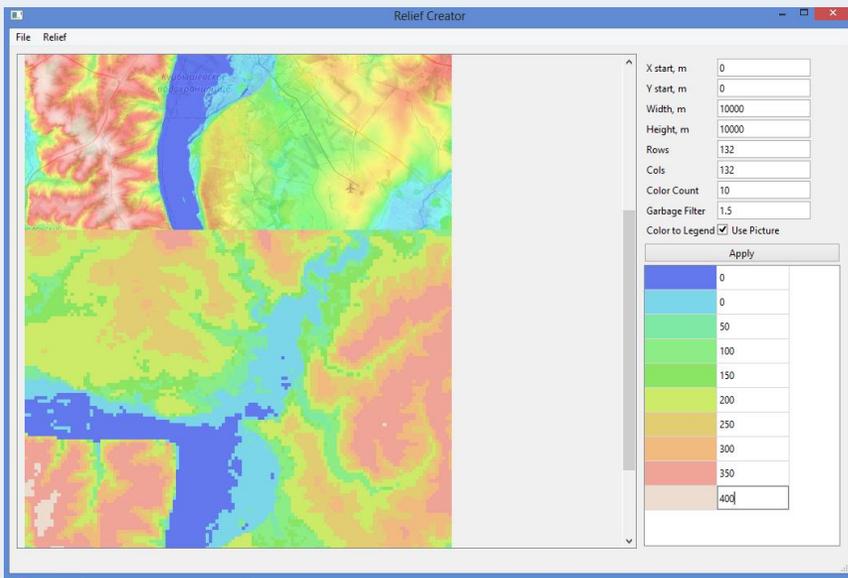
Задание оборудования и маршрутов движения абонентов.

Метод градиентного спуска для поиска оптимального расположения.

Графический и табличный вид представления результатов.

Анализ прохождения сигнала через рельеф.

Возможность сохранения и повторного использования рельефов и построенных моделей.



Лаб. № 17

Зав. лаб.

Д.Т.Н.

Фархадов М.П.

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

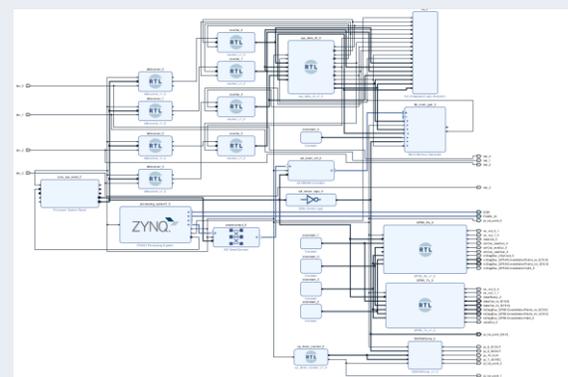
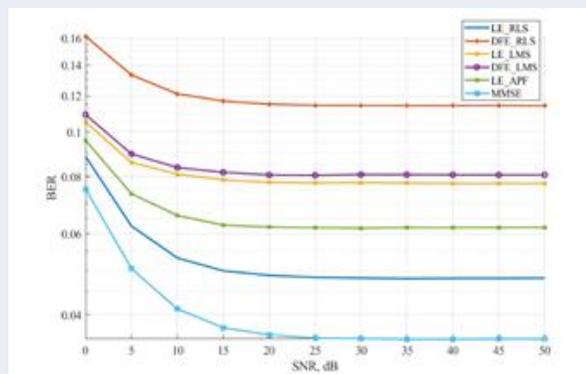
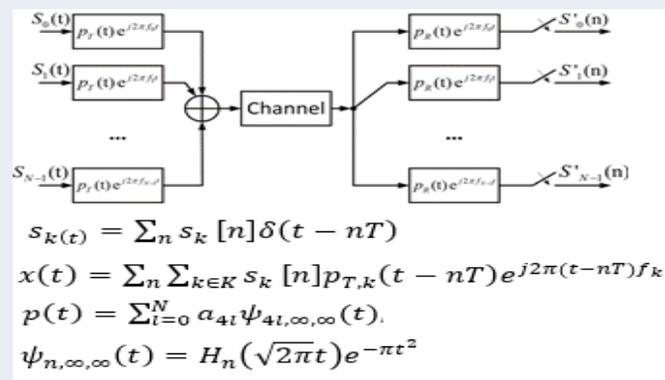
Моделирование и проектирование гидроакустической системы связи

Разработана и исследована модель канала с полосой пропускания 48-64 кГц.

Для типового канала длиной 100 метров проведена оценка энергетического потенциала системы, соотношения сигнал/шум и пропускной способности.

Теоретическая пропускная способность канала (100 м, 1 Вт акустической мощности) по теореме Шеннона составляет 74 кбит/с (при полной компенсации нестационарности и многолучевости). При моделировании достигнута скорость передачи 28 кбит/с при BER 10E-3 для OFDM системы.

Исследованы варианты оценки параметров и эквализации канала. Предложено использовать эквалайзер на основе MMSE критерия и оптимальная настройка его параметров. Реализована базовая прошивка для прототипов приемника и передатчика системы.



Лаб. № 17

Зав. лаб.
Д.Т.Н.
Фархадов М.П.

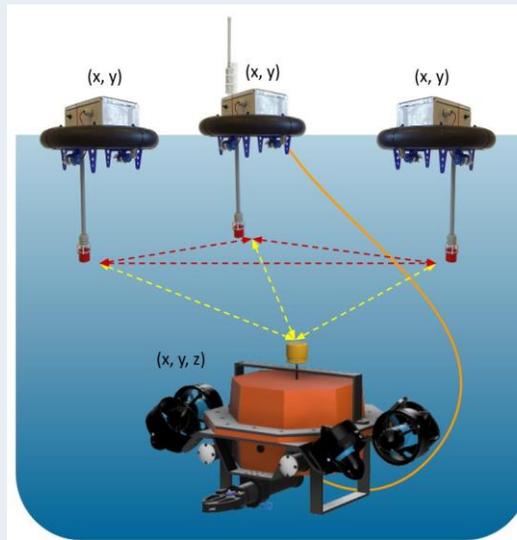
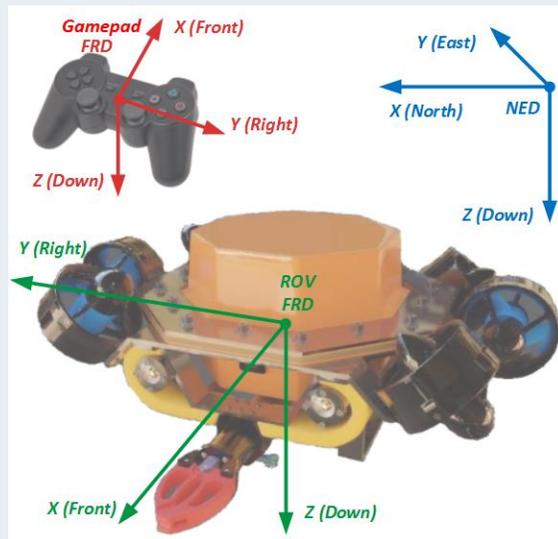
Исполнитель:
Душин С.В.

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

Результаты в области робототехники (ТНПА)

Создание системы инерциального подруливания подводного аппарата для повышения качества выполнения оператором подводных работ.

Разработка активных буйков для проведения исследования по позиционированию подводного аппарата с использованием гидроакустических модемов.



Лаб. № 17

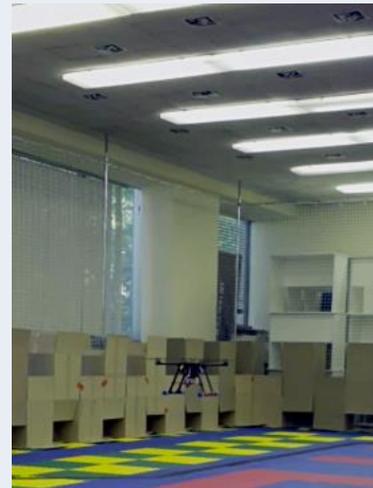
Зав. лаб.
Д.Т.Н.
Фархадов М.П.

Исполнители:
Абраменков А.Н.
Абдулов А.В.

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

Результаты в области робототехники (БПЛА)

1. Реализация системы позиционирования по визуальным маркерам на полигоне ИПУ и её апробация для управления квадрокоптером.
2. Разработка алгоритмов автономного полёта в помещении:
 - а. автоматическая посадка на визуальную метку;
 - б. облёт помещения по периметру;
 - с. пролёт в рамки и дверные проёмы.
3. Победа в соревнованиях «Аэробот-2021».



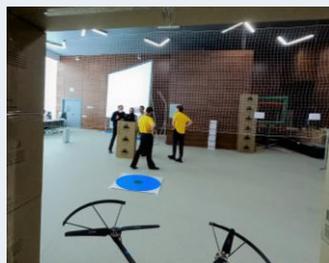
Лаб. № 17

Зав. лаб.
Д.Т.Н.
Фархадов М.П.

Исполнители:
Абраменков А.Н. (лаб. 17)
Абдулов А.В. (лаб. 17)
Шевляков А.А. (лаб.82)

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

Соревнования «Аэробот-2021»



ОСНОВНЫЕ ЦЕЛИ СОРЕВНОВАНИЙ

- **Создание** условий для демонстрации инновационных разработок и перспективных проектов по приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники, выполненных российскими научно-исследовательскими коллективами и отдельными разработчиками в области разработки, создания и эксплуатации робототехнических комплексов гражданского, военного, специального и двойного назначения воздушного базирования.
- **Развитие** и совершенствование системы профессиональной подготовки квалифицированных кадров для высокотехнологичных отраслей промышленности Российской Федерации.
- **Расширение** способов и инструментов научного взаимодействия и обмена информацией между коллективами, работающими в области разработки, создания и эксплуатации перспективных беспилотных летательных аппаратов мультироторного типа.

ЗАДАНИЯ СОРЕВНОВАНИЯ

- **Задание 1 – Поиск объектов**
В рамках выполнения Задания 1 БПЛА МТ, необходимо найти координаты геометрического центра заданных объектов в горизонтальной плоскости относительно точки старта. Координаты точки старта принимаются за начало системы координат. После нахождения объектов необходимо вернуться на стартовую позицию и совершить посадку.
- **Задание 2 – Прохождение маршрута по указателям**
Для выполнения задания необходимо произвести взлет БПЛА МТ со взлетно-посадочной платформы, максимально быстро пройти маршрут, состоящий из последовательности помещений, отмеченных указателями, и совершить посадку на взлетно-посадочную площадку, отмеченную QR-кодом, содержащим в себе число, образованное последовательностью номеров пройденных дверных проемов.
- **Задание 3 – Скоростное прохождение трассы**
Полигон для выполнения задания представляет собой трассу в виде замкнутой кривой линии с расположенными на ней воротами, препятствиями и взлетно-посадочной площадкой. Для успешного выполнения задания необходимо произвести взлет БПЛА МТ, обходя препятствия последовательно пройти все ворота, присутствующие на трассе, и совершить посадку. Направление прохождения трассы определяется изначальным расположением БПЛА МТ на взлетно-посадочной площадке.

Команда ИПУ РАН

Лаб. 17
Абдулов А.В.
Абраменков А.Н.
Лаб. 29
Русаков К.Д.
Лаб. 82
Шевляков А.А.

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

Видеоролик про автономные полеты с применением методов визуальной навигации на соревнованиях «Аэробот-2021»



Команда ИПУ РАН

Лаб. 17

Абдулов А.В.

Абраменков А.Н.

Лаб. 29

Русаков К.Д.

Лаб. 82

Шевляков А.А.

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

Проектирование локальных гетерогенных системных управляющих сетей нового поколения с сохранением оптимальности основных топологических функционалов сети

На базе квазиполных графов разработана теория проектирования параллельных неоднородных системных сетей, абоненты которых состоят из активного вычислительного ядра и пассивных исполнительных устройств, как альтернатива существующим шинным и мультишинным последовательным сетям.

Новая симметричная архитектура активного ядра обеспечивает параллельный бесконфликтный доступ любого абонента ядра к любому другому внутри ядра и к любому пассивному абоненту. Так реализуется отказоустойчивость и масштабируемость. Сохраняется независимая самомаршрутизация. Ядро может работать в любом режиме: все автономно и независимо; все синхронно; в режимах SIMD, MIMD или в смешанном.

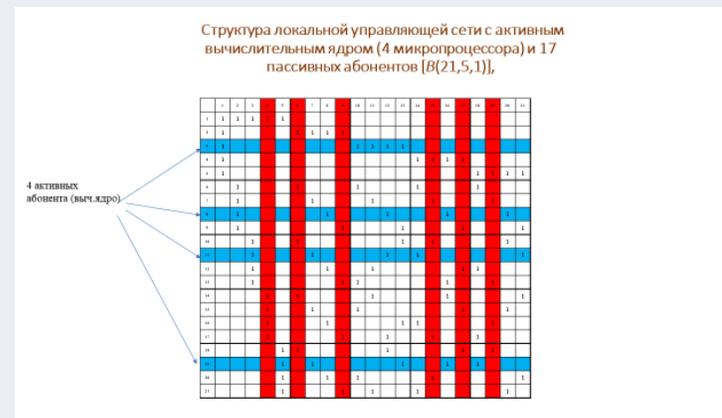
С размером ядра в разы увеличивается производительность сети, облегчается трафик взаимодействий абонентов, снижаются требования к быстродействию их интерфейсов. Отсутствует взаимное негативное влияние абонентов.

Лаб. № 27

зав. лаб.

Д.Т.Н.

Каравай М.Ф.

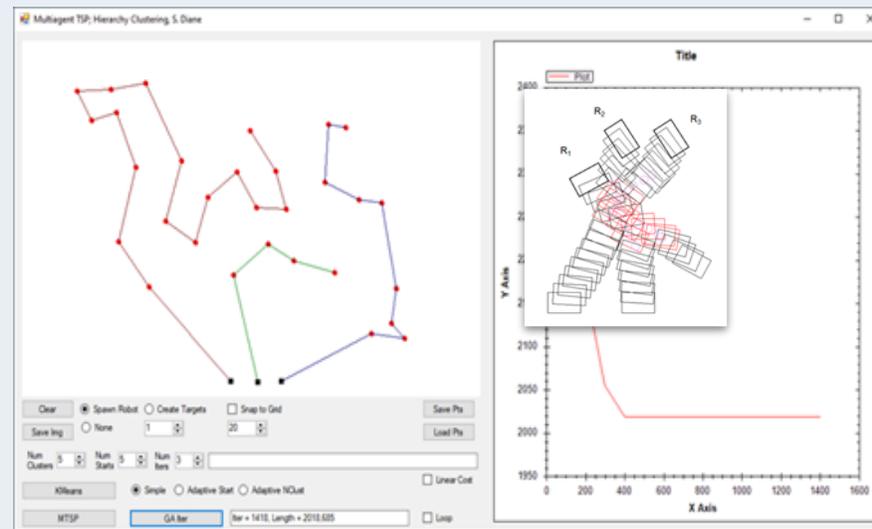
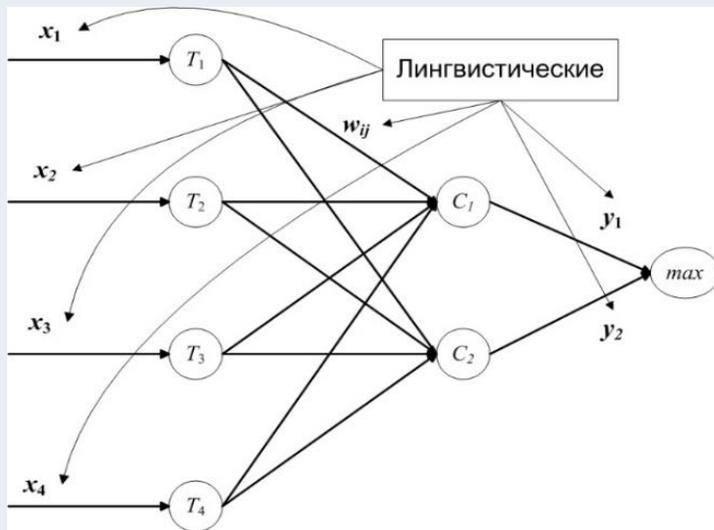


СЕКЦИЯ 3: Технические и программные средства управления, контроля и измерения

Модели и алгоритмы группового управления автономными мобильными роботами

Разработаны алгоритмы выбора варианта реагирования на ситуацию по лингвистическим оценкам параметров ее определяющих, с помощью многозначной нейронной сети в задаче классификации целей группой роботов.

Разработаны алгоритмы эволюционного планирования траекторий группы гетерогенных колесных роботов при обходе нескольких целей с условием поддержания радиосвязи и учета их геометрических параметров.



Лаб. № 29

Зав. лаб.

К.Т.Н.

Легович Ю.С.

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

Теоретические основы проектирования привязных высотных беспилотных платформ

Разработана математическая модель привязной высотной беспилотной платформы со сложным нагружением кабель-троса в условиях ветровых нагрузок, исследование которой является основой выбора оптимальных параметров проектирования всех компонент, включая высотный беспилотный модуль, систему передачи энергии земля-борт, наземную и бортовую систему управления.

Проведено исследование нестационарных режимов систем массового обслуживания (СМО), описываемых дифференциальными уравнениями Колмогорова для анализа режимов инсталляции и восстановления после отказов широкополосных беспроводных сетей реализуемых на БПЛА.

Разработан комплекс математических моделей оценки надежности высотного беспилотного модуля.

$$\frac{d}{dt} \pi_0(t) = -\lambda_0 \pi_0(t) + \int_0^t \pi_1(t, x) \beta(x) dx$$

$$\left(\frac{\partial}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \right) \pi_1(t, x) = -(\lambda_1 + \beta(x)) \pi_1(t, x)$$

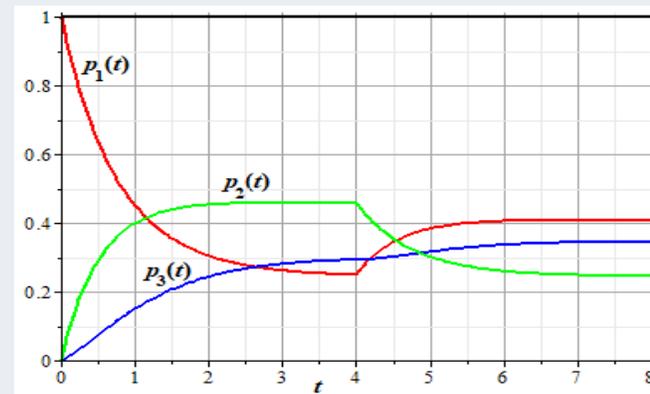
$$\left(\frac{\partial}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \right) \pi_i(t, x) = -(\lambda_i + \beta(x)) \pi_i(t, x) + \lambda_{i-1} \pi_{i-1}(t, x), i = \overline{2, k-1}$$

$$\left(\frac{\partial}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \right) \pi_k(t, x) = -\beta(x) \pi_k(t, x) + \lambda_{k-1} \pi_{k-1}(t, x)$$

Начальные и граничные условия $\pi_1(t, 0) = \lambda_0 \pi_0(t) + \int_0^t \beta(x) \pi_2(t, x) dx$

$$\pi_i(t, 0) = \int_0^t \beta(x) \pi_{i+1}(t, x) dx, i = \overline{2, k-1}$$

$$\pi_k(t, 0) = 0$$



Зависимость вероятности состояний СМО в переходном режиме при скачкообразном характере входящего потока

Лаб. № 69

Зав. лаб.
Д.Т.Н.
Вишневский В.М.

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

Мобильный робототехнический комплекс на базе привязной высотной беспилотной платформы

Разработана и испытана в лабораторных и полевых условиях автоматизированная система удаленного управления сопровождением, взлетом и посадкой на робот, движущийся со скоростью до 40 км/час, привязной высотной беспилотной платформы.

Завершена разработка системы передачи энергии земля-борт БПЛА большой мощности до 10 кВт.

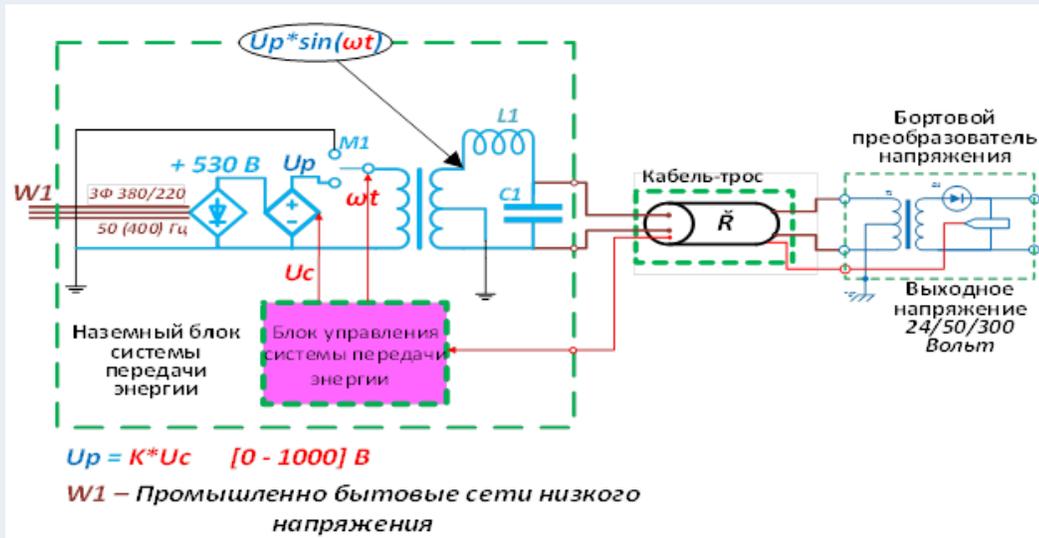
На полигоне в г. Магнитогорск проведены сдаточные испытания робототехнического комплекса в рамках контракта с АО «Андроидная техника», финансируемого Фондом перспективных исследований.

Лаб. № 69

зав. лаб.

Д.Т.Н.

Вишневский В.М.



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

Система управления безопасностью на автодорогах на основе RFID-технологии и широкополосной беспроводной связи

Разработан комплекс аналитических и имитационных моделей для оценки производительности и оптимизации структуры системы управления безопасностью на автодорогах.

Разработан аппаратно-программный комплекс системы идентификации транспортных средств на базе RFID-технологии и широкополосной беспроводной связи.

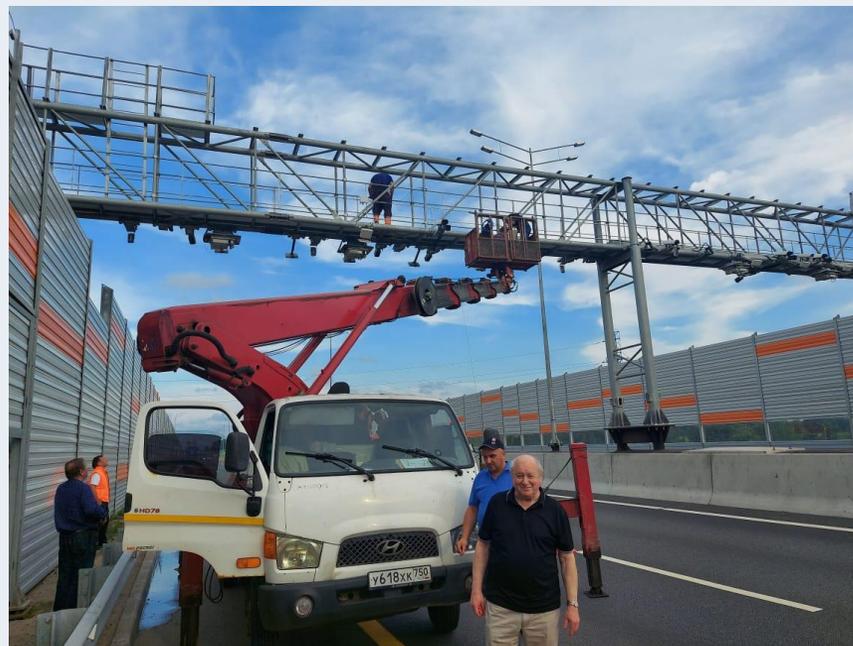
Проведены успешные испытания системы на Центральной кольцевой автомобильной дороге (ЦКАД) и полигоне ГИБДД г. Казань в соответствии с постановлением правительства РФ о реализации в 2022-2023 гг. пилотных проектов системы в Москве, Санкт-Петербурге и Казани.

Лаб. № 69

зав. лаб.

Д.Т.Н.

Вишневский В.М.



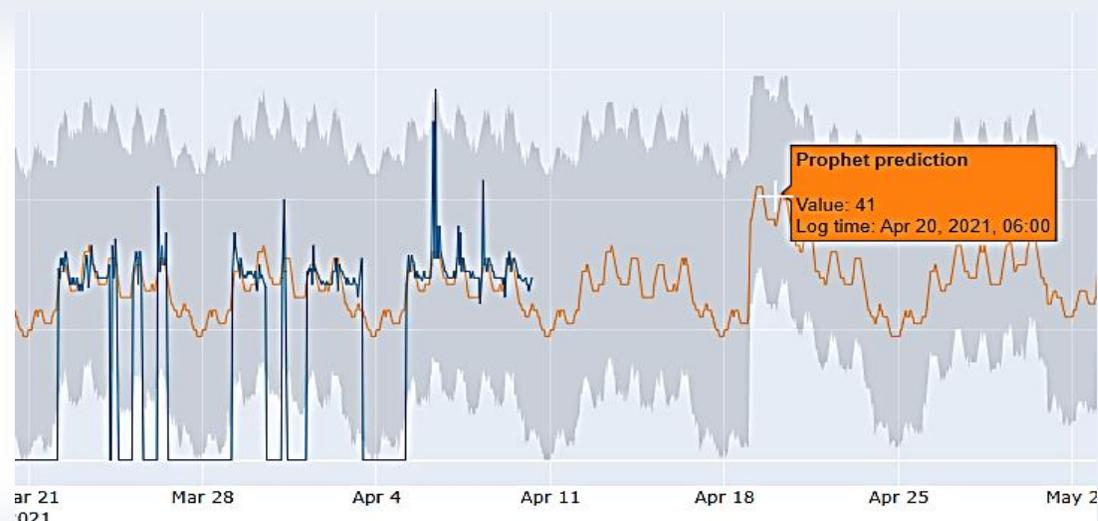
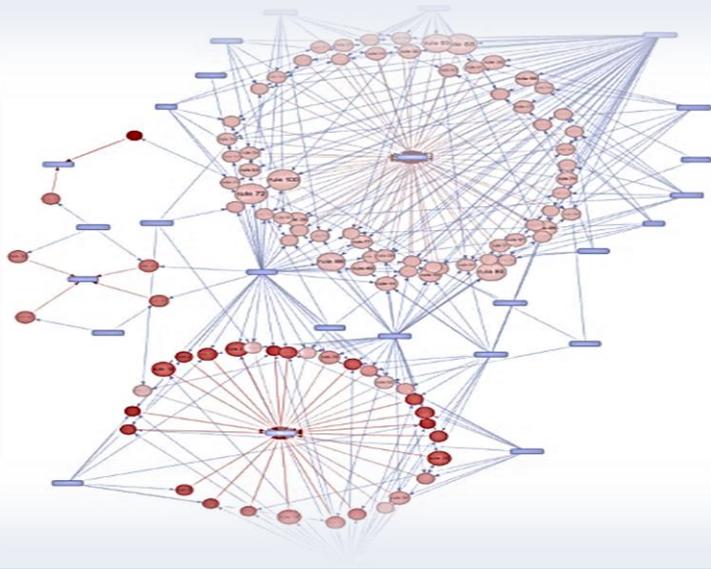
СЕКЦИЯ 4: Управление производственными процессами в промышленности и энергетике

Управление ресурсами производства в цифровых экосистемах промышленного предприятия

Методы интеллектуального ситуационного анализа и сценарного прогнозирования состояния комплекса производственных ресурсов в реальном времени.

Алгоритмы прогнозирования инцидентов на основе индуктивных знаний и ассоциативных правил – для поддержки принятия решений.

Архитектура подсистем управления ресурсами в цифровой экосистеме предприятия.



Лаб. № 41

Зав. лаб.
Д.Т.Н.
Бахтадзе Н.Н.

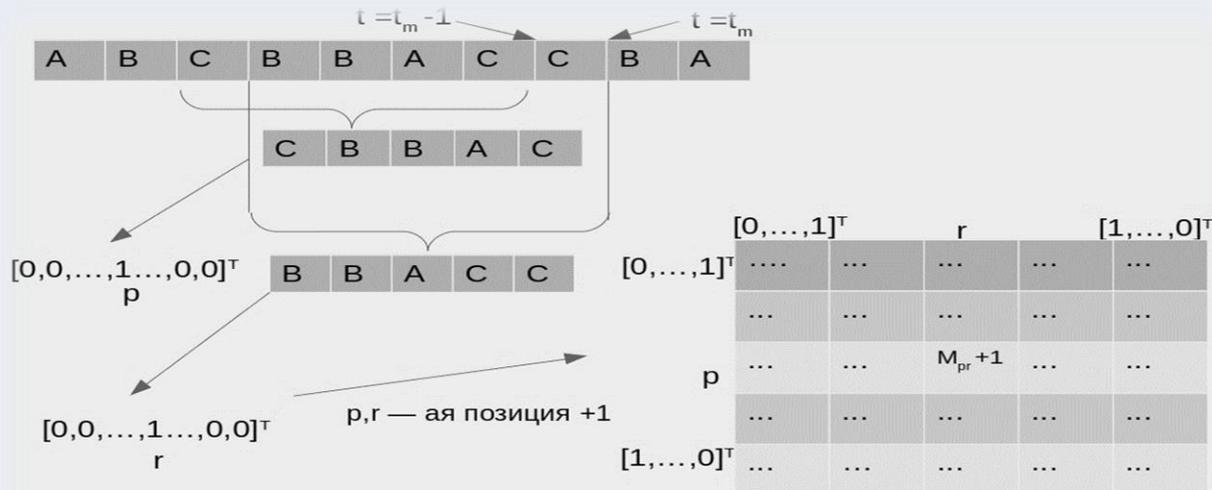
СЕКЦИЯ 4: Управление производственными процессами в промышленности и энергетике

Интеллектуальная система поддержки принятия решений на основе распознавания видеообразов фурменных очагов доменной печи

На основе анализа потока видеоизображений на фурмах доменной печи разработаны алгоритмы прогнозирования в реальном времени сценариев изменения состояний процесса доменной плавки.

Созданы методы раннего обнаружения тенденции наступления «типовых» производственных ситуаций, в том числе – приводящих к дестабилизации технологического процесса.

Предложен новый принцип управления – на основе прогноза на несколько тактов с помощью цифровых предиктивных моделей реального времени.



Лаб. № 41

Зав. лаб.

Д.Т.Н.

Бахтадзе Н.Н.

СЕКЦИЯ 4: Управление производственными процессами в промышленности и энергетике

Цифровой стенд реального времени для управления плазмой в D-образных токамаках

Создан и запущен в эксплуатацию цифровой стенд реального времени на двух компьютерах Speedgoat Performance в связке «модель-регулятор».

Внедрен и исследован на цифровом стенде ряд алгоритмов и систем:

- Алгоритмы восстановления равновесия плазмы: методами итераций Пикара и неподвижных токовых колец.
- Модели исполнительных устройств: инверторов тока и напряжения, многофазных тиристорных выпрямителей.
- Системы управления током и формой плазмы, согласованные с управлением положением плазмы для токамака Глобус-М2.
- Системы управления вертикальным положением плазмы с релейным и многоуровневыми ШИМ инверторами напряжения для токамака Т-15МД.

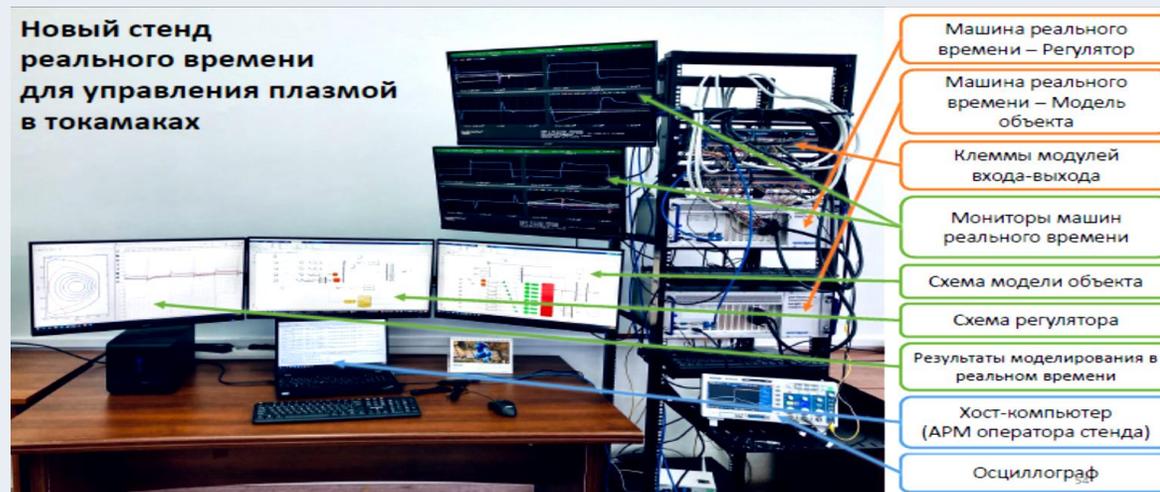
Лаб. № 41

Зав. лаб.

Д.Т.Н.

Бахтадзе Н.Н.

Руководитель проекта
Митришкин Ю.В.



СЕКЦИЯ 4: Управление производственными процессами в промышленности и энергетике

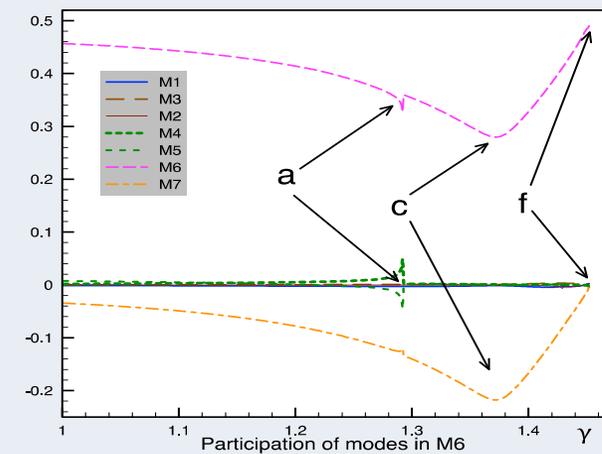
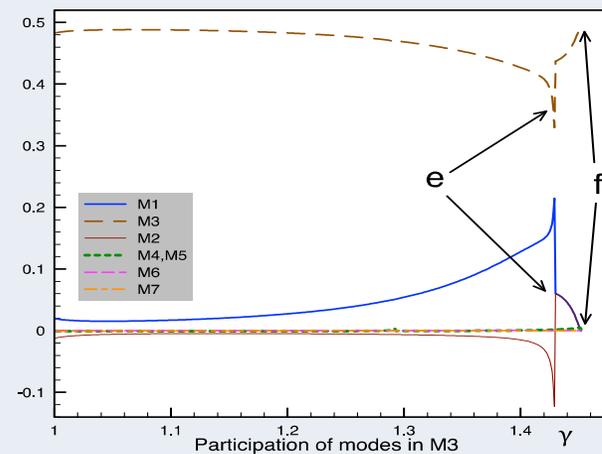
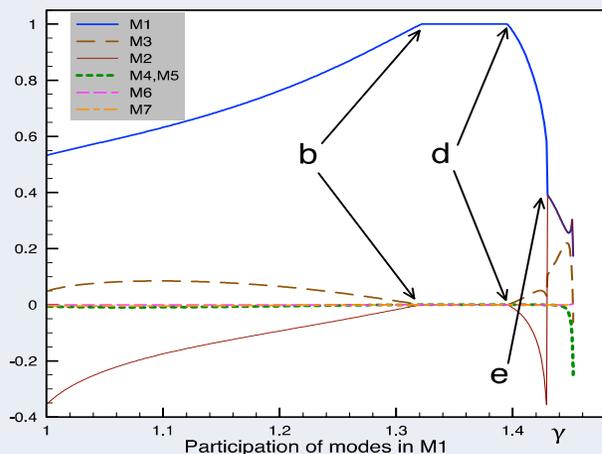
Спектральные разложения решений уравнений Ляпунова

Предложена концепция модального анализа по Ляпунову и новые модальные показатели, которые оценивают интегральное действие отдельных собственных мод и их попарное взаимодействие, производимое в переменных состояния с течением времени (пример анализа модальных взаимодействий в параметрической системе приведен на рисунке).

Разработан метод и алгоритмы сепарабельных спектральных разложений линейных дискретных стационарных систем, заданных уравнениями состояния в канонической форме управляемости и наблюдаемости (совместно с лаб. 41).

Лаб. № 82
Зав. лаб.
к.ф.-м.н.
Искаков А.Б.

Исполнитель:
Ядыкин И.Б.



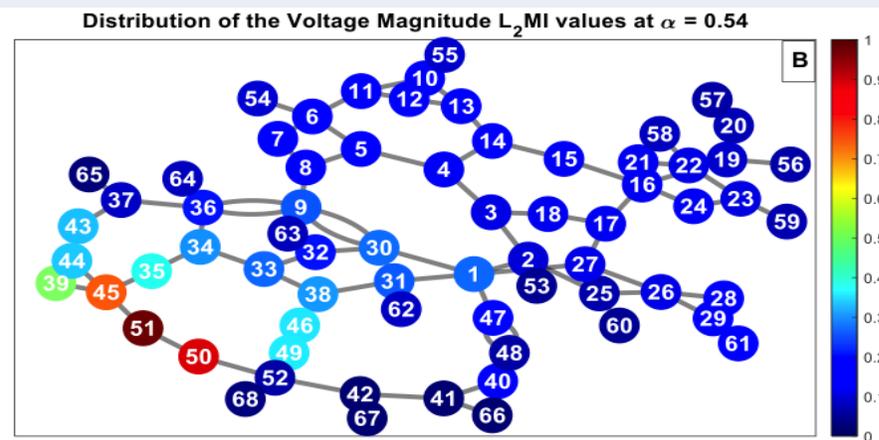
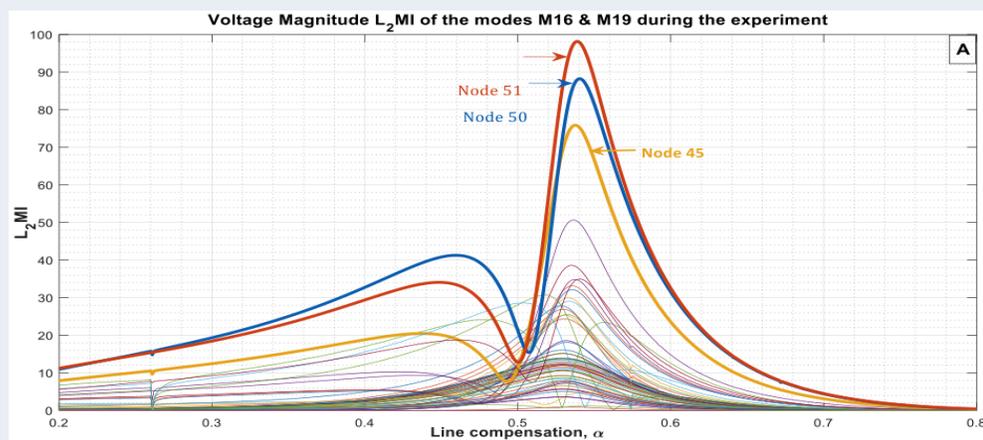
СЕКЦИЯ 4: Управление производственными процессами в промышленности и энергетике

Анализ устойчивости и управление в электроэнергетических системах (ЭЭС)

Предложен метод и алгоритмы оптимальной настройки параметров системных стабилизаторов с неявной эталонной моделью на основе использования моделей графов электроэнергетических систем (совместно с ИСЭМ СО РАН, г. Иркутск)

Получены достаточные условия ВИБО – устойчивости дискретных билинейных систем для систем энергоснабжения промышленных предприятий (совместно с лаб. 41)

Предложен метод оценки структуры резонансных взаимодействий между низкочастотными колебаниями на графе сети ЭЭС (см. рис.)



Лаб. № 82

Зав. лаб.
к.ф.-м.н.
Искаков А.Б.

Исполнитель:
Ядыкин И.Б.

СЕКЦИЯ 6: Информационные системы управления и обработки данных

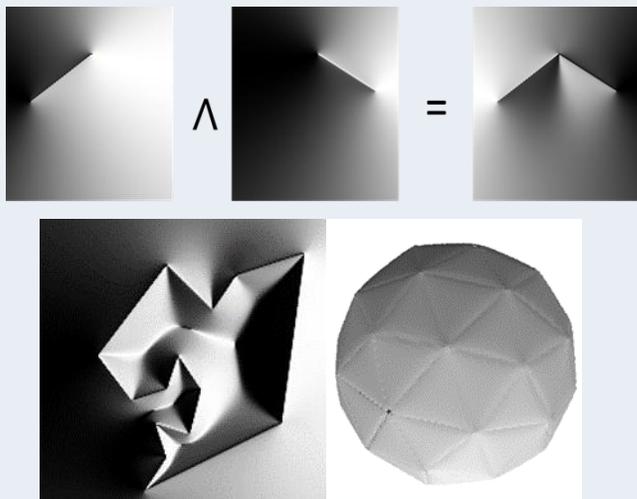
Модели, методы и инструментальные средства анализа и синтеза структур специализированных систем 3D-моделирования для решения задач автоматизации проектирования

1) Предложен принцип формулирования функции локального обнуления для пространства различной размерности.

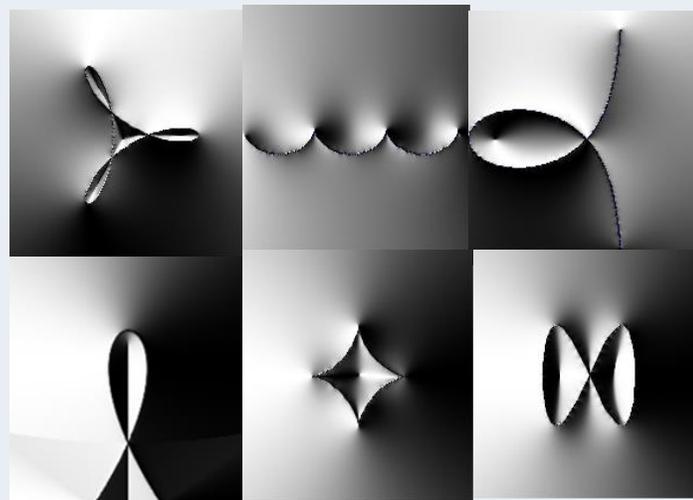
2) Разработан принцип и разработано ПО для моделирования сплайн-кривой контуром геометрической фигуры на заданной области средствами локального R-функционального моделирования.

3) Найдено решение оптимизационной задачи приближения сплайн-кривой к заданному линейному контуру на основе оценки площади расхождения с автоматическим добавлением опорных точек.

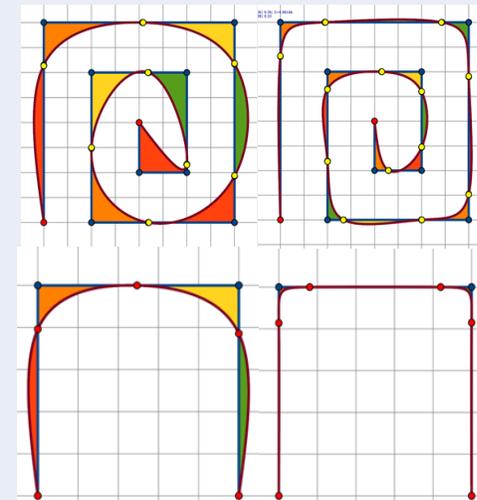
1)



2)



3)



Лаб. № 18

Зав. лаб.
Д.Т.Н.
Толок А.В.

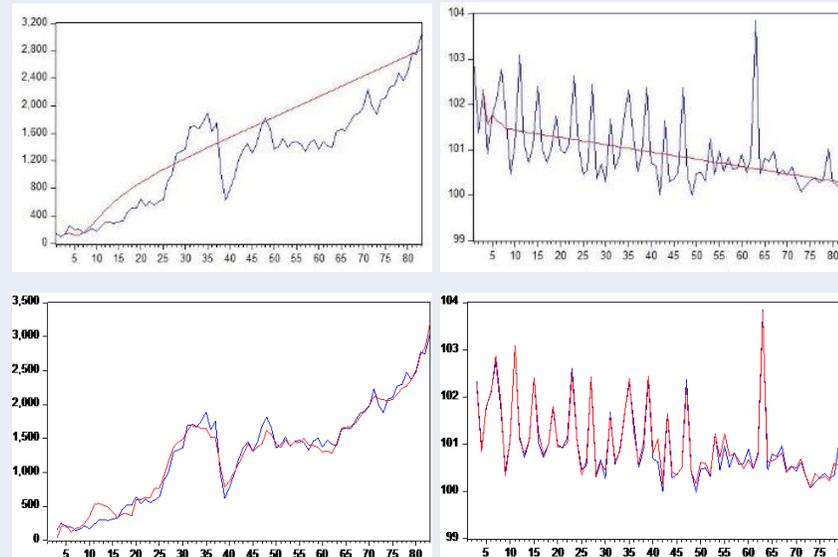
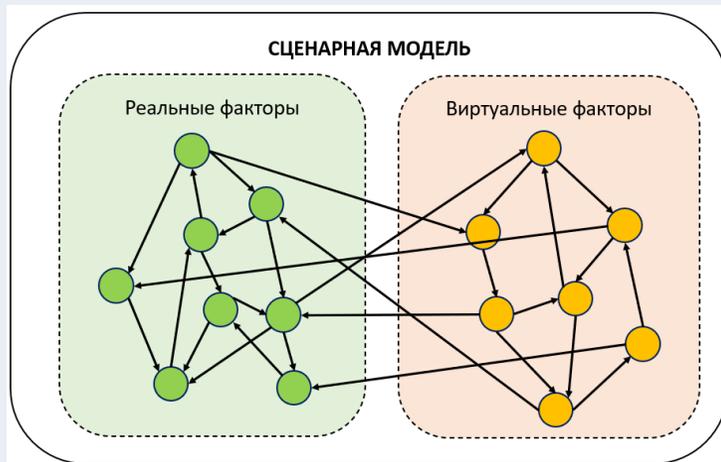
СЕКЦИЯ 6: Информационные системы управления и обработки данных

Сценарное моделирование сложных систем в ограниченном пространстве факторов

Разработан подход к решению проблемы описания сложной системы, включающей ограниченное число факторов, адекватно отражающей происходящие в ней динамические процессы.

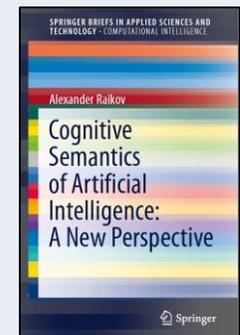
Разработана методика формирования сценарных моделей сложных систем на основе методов количественного анализа имеющихся временных рядов параметров предметной области.

Разработаны формализованные процедуры формирования и включения в структуру сценарной модели виртуальных факторов, отражающих комплексное влияние внешней среды.



Лаб. № 20

Зав. лаб.
К.Т.Н.
Чернов И.В.



СЕКЦИЯ 6: Информационные системы управления и обработки данных

Гетерогенная модель комбинированного прогнозирования нестационарного процесса

Разработаны базовые функциональные модули экспериментального сценарно-расчетного полигона, созданного на основе гетерогенной модели комбинированного качественного и количественного прогнозирования нестационарного процесса (совместно с г.н.с. лаб. 41, д.т.н. Гребенюк Е.А.).

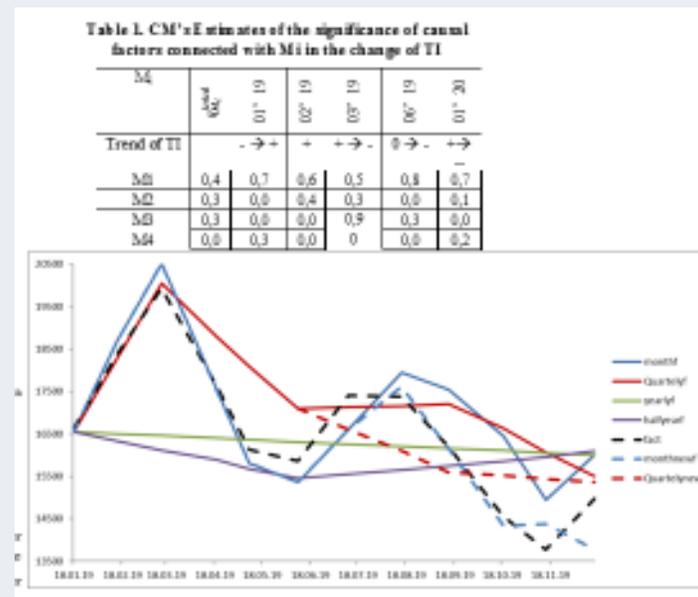
Проведено сценарно-расчетное прогнозное моделирование рынка лома черных металлов на основе 20-летней выборки по 130 показателям недельных данных на комбинированной статистической модели с весовыми коэффициентами, определенными на основе сценарного моделирования. Точность прогнозирования увеличилась в 3 раза по сравнению с эталонным прогнозом и в 1,5 раза по сравнению со средневзвешенных комбинированным прогнозом.

Лаб. № 20

Зав. лаб.

К.Т.Н.

Чернов И.В.



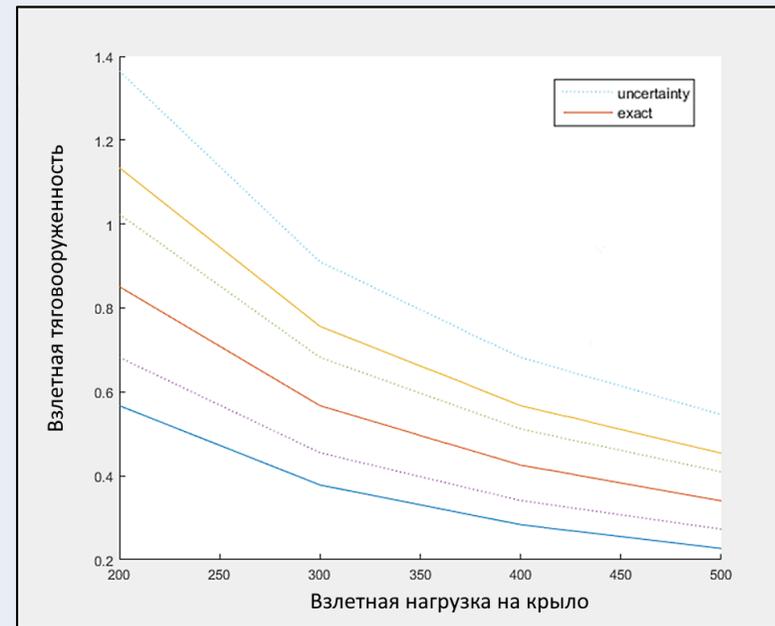
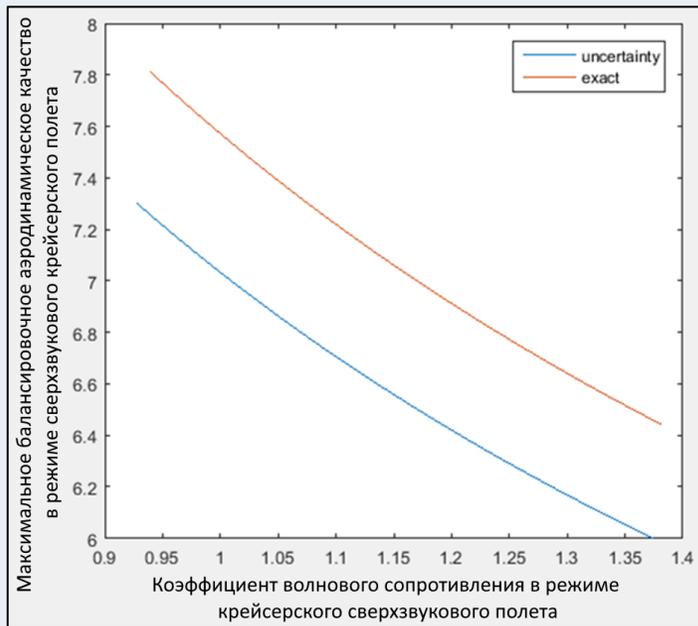
СЕКЦИЯ 6: Информационные системы управления и обработки данных

Разработка моделей и алгоритмов для предварительного проектирования летательных аппаратов

Разработана методика и модели многовариантного моделирования для предварительного проектирования летательных аппаратов с использованием экспертной информации.

Разработаны многокритериальные оптимизационные модели для параметрического синтеза проектных решений при предварительном проектировании сверхзвукового пассажирского самолета с использованием экспертных данных о недетерминированных параметрах.

Разработана расчетная модель, определяющая зависимость взлетной тяговооруженности от взлетной нагрузки на крыло с учетом надежности проектных решений.



Лаб. № 46

Зав. лаб.
Д.Т.Н.
Вересников Г.С.

СЕКЦИЯ 6: Информационные системы управления и обработки данных

Исследование и разработка методов и алгоритмов автоматизированного управления летательным объектом по трехмерной модели местности, построенной на основе информации, полученной с бортовых датчиков

Разработана концепция создания прикладной ГИС моделирования поисковых корреляционно-экстремальных навигационных систем (КЭНС) для управления движущимися объектами на основе предметно-ориентированных информационных технологий.

Разработана математическая модель определения состава требуемых программных компонент, структуры хранилища и особенностей интерфейса, известные алгоритмы совмещения изображений, методы распознавания образов и анализа сцен, кластеризации, обучения нейросетей, облачных технологий обработки гетерогенных данных.

Разработаны методы настройки КЭНС на решение навигационной задачи с использованием имитационных моделей датчиков в возможных районах и условиях их применения как задача приближения функций.

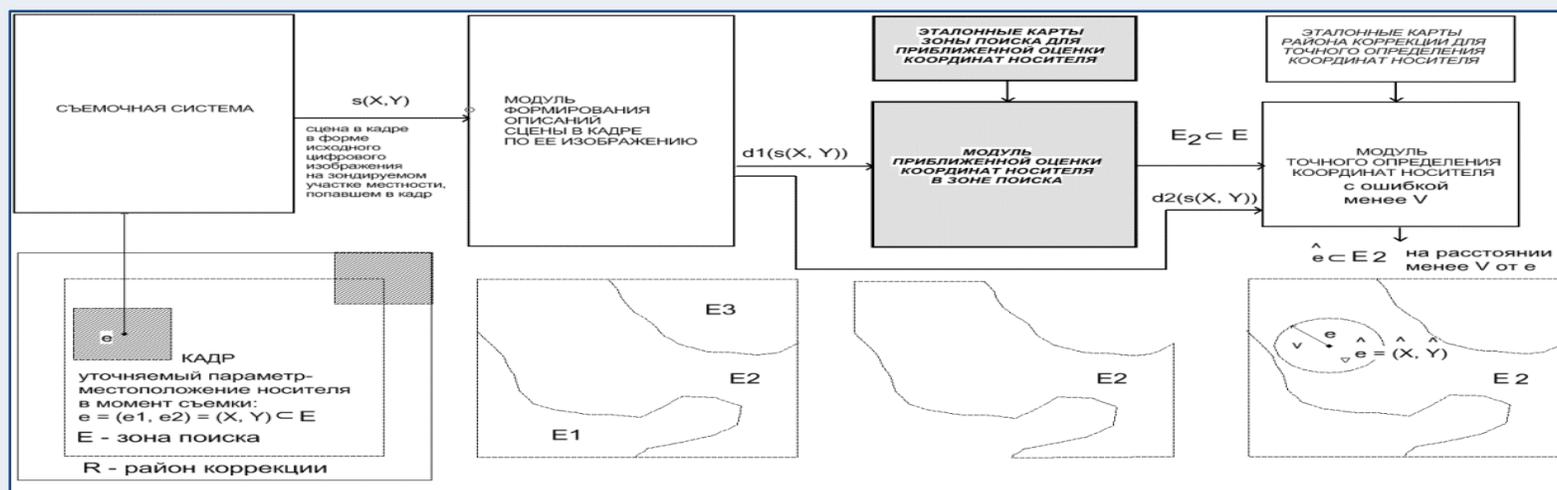
Лаб. № 46

Зав. лаб.

Д.Т.Н.

Вересников Г.С.

Двухуровневый бортовой алгоритм КЭНС



СЕКЦИЯ 6: Информационные системы управления и обработки данных

Мультимодельное описание процессов управления структурной динамикой гетерогенных инфраструктурных систем

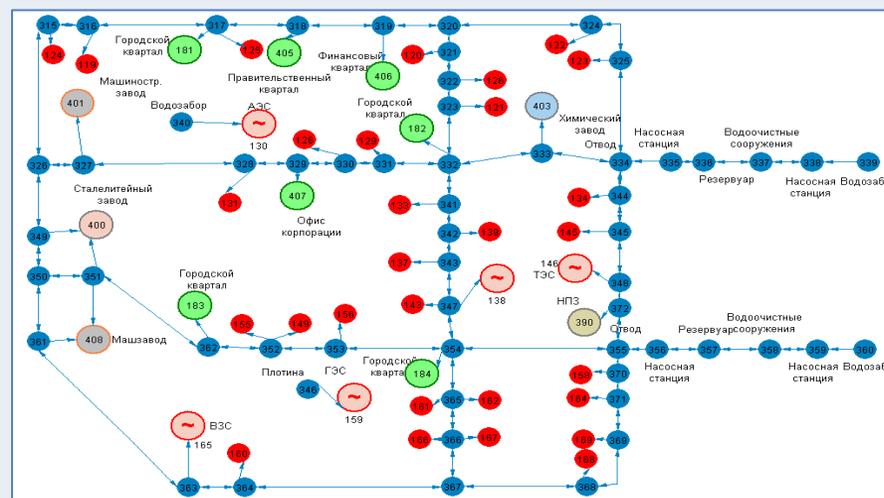
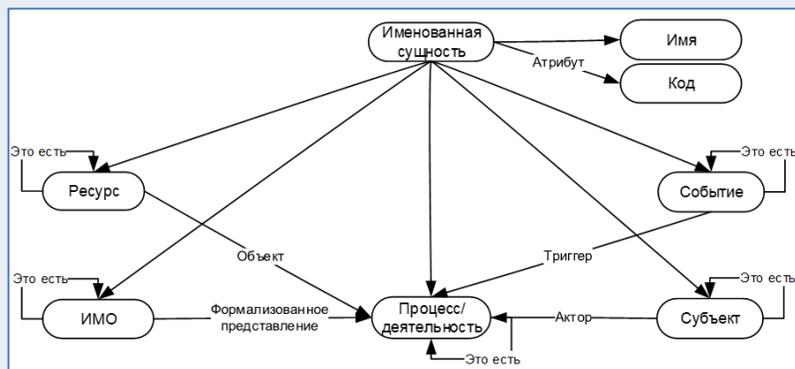
Разработана базовая интегрированная онтология электро- и теплоснабжения как семантическая основа цифрового двойника.

Разработаны модели и методы повышения эффективности и безопасности функционирования сетевой технологической инфраструктуры на базе графовой модели сети в составе цифрового двойника.

Разработана базовая функциональная модель ресурсоснабжающего предприятия.

Разработан макет автоматизированной системы поиска объектов, критических для безопасности сложных инфраструктур.

Проведена апробация моделей и методов повышения безопасности на примере региональной сети водоснабжения.



Лаб. № 49

Зав. лаб.

К.Т.Н.

Роцин А.А.

Видеоплакат «Электротехника. 2021. № 8»

П. В. Илюшин
С. П. Ковалев
А. Л. Нуликов
А. А. Небера
Ф. С. Нелша

МЕТОДЫ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО
УПРАВЛЕНИЯ
РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ
ЭНЕРГОРЕСУРСАМИ НА БАЗЕ
ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ

Приложение к журналу
«ЭНЕРГЕТИКА»

СЕКЦИЯ 6: Информационные системы управления и обработки данных

Управление безопасностью сложных сетей

Исследована проблема управления рисками сложных сетей определенной структуры при целенаправленных атаках.

Проведен анализ моделей и методов естественных вычислений в контексте их применимости к решению задач управления рисками сложных систем.

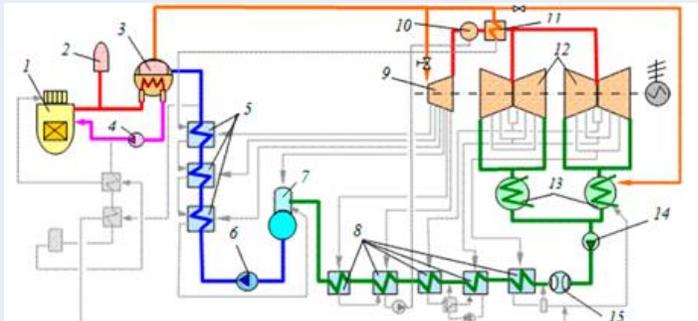
Разработаны принципы параллельной обработки защищенных запросов в информационных системах со многими серверами, функционирующих в сложных сетевых средах.

Разработаны прогнозирующие мгновенные модели оценки потенциального риска, на основе многомасштабного вейвлет-преобразования, для интеллектуальной системы поддержки оператора АЭС.

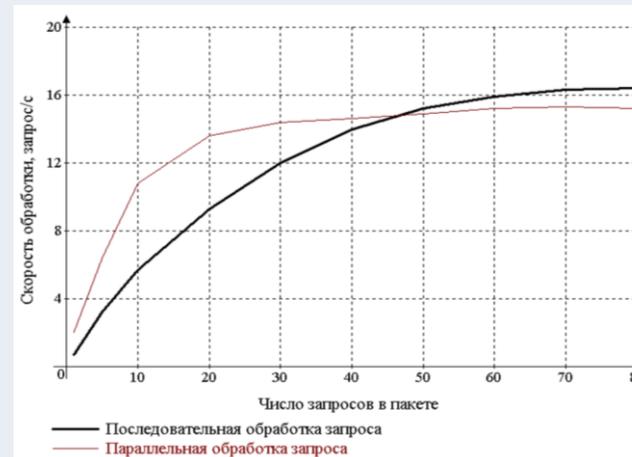
Лаб. № 79

Зав. лаб.
Д.Т.Н.

Калашников А.О.



1 – reactor; 2 – volume compensator; 3 – steamgenerator; 4 – main circulation pump; 5 – high pressure heaters; 6 – feed pump; 7 – deaerator; 8 – low pressure heaters; 9 – stages of the high turbine pressure; 10 – separator; 11 – steam superheater; 12 – stages of the lower turbine pressure; 13 – condensers; 14 – condensate pump; 15 – ejectors



СЕКЦИЯ 6: Информационные системы управления и обработки данных

Теория и методы управления безопасным функционированием гетерогенных интеллектуальных робототехнических систем

Разработан подход к многофакторной аутентификации субъектов в веб-пространстве с помощью оценки интегрированных fingerprint-характеристик программного окружения.

Проведено исследование киберзащищенности беспроводного канала управления БПЛА потребительского сегмента, разработаны типовые модели угроз и алгоритмы детектирования нарушителя, предложена комплексная стратегия защиты.

Разработано программное обеспечение для моделирования совместных действий смешанных групп наземных роботов и БПЛА в среде Gazebo.

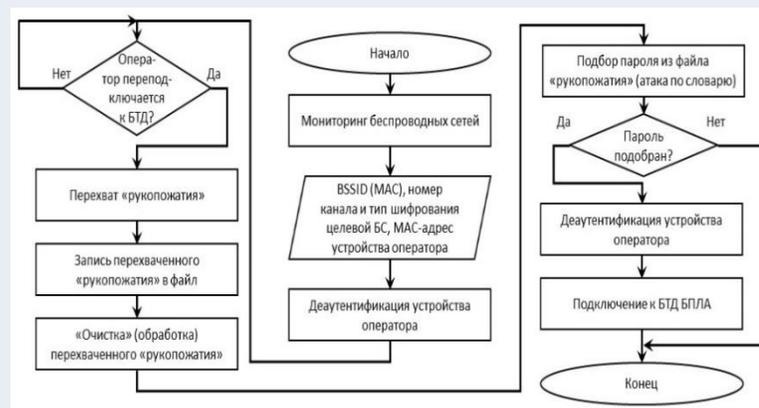
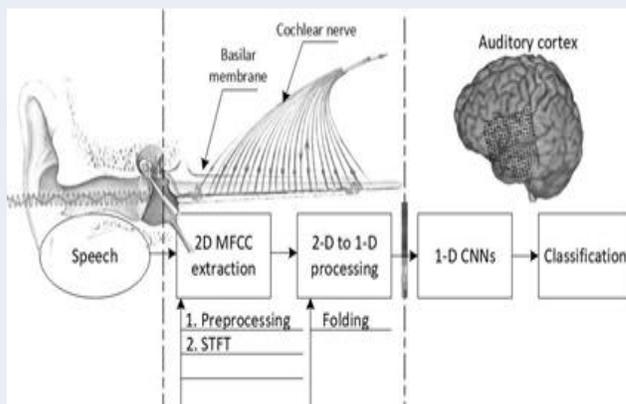
Разработан метод снижения размерности пространства признаков при распознавании речевых эмоций с использованием сверточных нейронных сетей.

Лаб. № 80

Зав. лаб.

Д.Т.Н.

Мещеряков Р.В.



СЕКЦИЯ 6: Информационные системы управления и обработки данных

Формирование системы исходных данных для определения требований к летно-техническим характеристикам транспортных беспилотных летательных аппаратов в составе авиационной транспортной системы на основе проведения летного эксперимента

Создание общей концепции и исследовательской модели системы управления (СУ) беспилотной авиационной транспортной системы (БАТС).

Исследование эффективности применения БАТС на разработанной модели СУ БАТС с учетом сформированного набора исходных данных для функционирования БАТС.

Проведение летного эксперимента на основе выбранных частных исходных данных для БАТС с формированием двухзвенных летных лабораторий.

Лаб. № 80

Зав. лаб.

Д.Т.Н.

Мещеряков Р.В.



СИСТЕМА СПАСЕНИЯ УТОПАЮЩИХ

(Научно-внедренческий отдел № 73)

Аппаратный комплекс состоит из дрона, камер и системы мониторинга.

Дрон оснащен спасательным жилетом, надувающимся при контакте с водой.

Система спасения проходит тестовую эксплуатацию в городе-курорте Анапа.

3 спасательные вышки «АНАСПАС» на центральном пляже оборудованы данной системой спасения.



ВЕСТИRU | Новости | Смотрим новости | Прямой эфир 24

LIVE | Заседание Госсовета и совета по науке и образованию

07 августа 2021 20:33

В Анапе дрон впервые спас тонущего человека

22000 176395 4 010 | Золото | Смотрим | Смотреть еще | РОССИЯ 24

ЗВУК ВЫКЛЮЧЕН

онущего туриста спасли с помощью беспилотника | 00:00:44

Впервые дрон спас тонущего человека в Анапе. На центральном пляже парень не рассчитал силы, далеко

ВИРТУАЛЬНЫЙ ПОЛИГОН

(Научно-внедренческий отдел № 73)

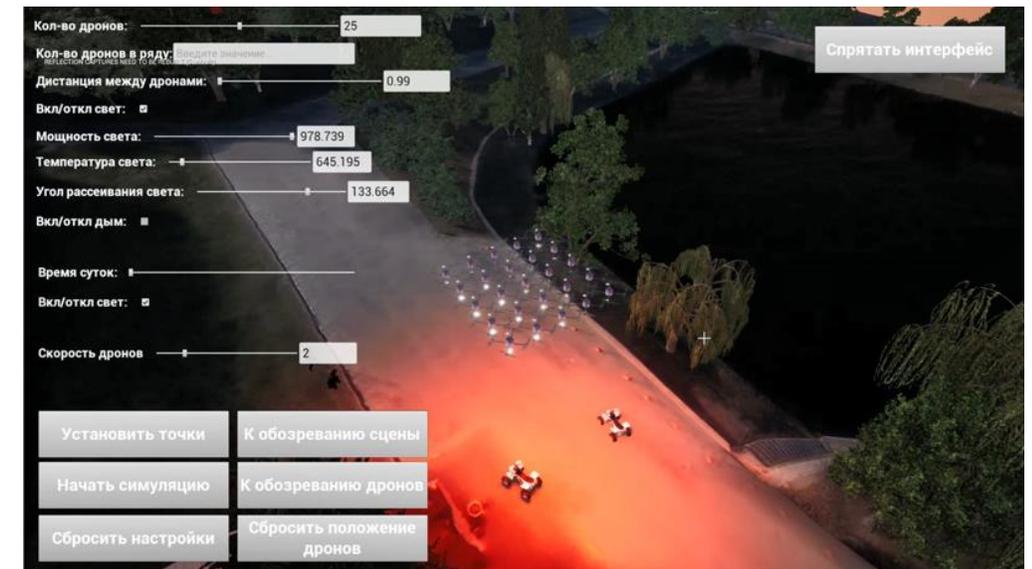
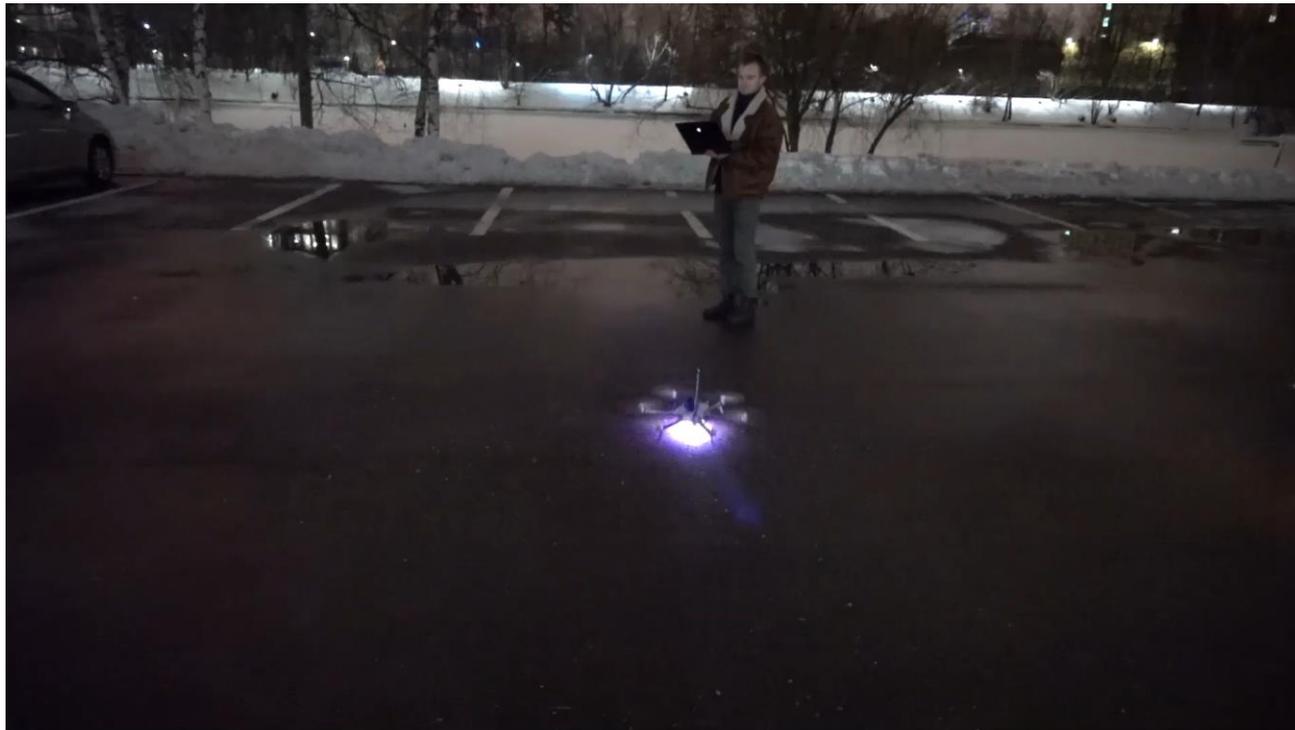
Создание виртуальных копий реальных пространств с различным уровнем детализации.

Функционал, позволяющий планирование и просмотр миссий в виртуальном пространстве.

Симуляция природных и техногенных явлений.

Планирования миссий для одиночных дронов, роя, наземных и подводных роботов.

Возможность «проиграть» большое количество сценариев.



СЕКЦИЯ 7: Управление подвижными объектами и навигация

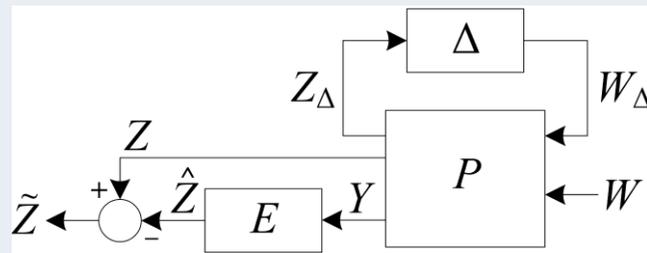
Развитие теории анизотропийного стохастического робастного управления и фильтрации

Решена задача настройки взвешенной матрицы смежности, отвечающей за описание обмена данными в сети отказывающих датчиков, для задачи синтеза анизотропийного оценителя с диагностикой отказов.

Поставлена и решена задача анизотропийной субоптимальной фильтрации для системы со структурированной дробно-линейной неопределенностью. Разработано программно-математическое обеспечение для расчета робастных анизотропийных оценителей.

Робастный анизотропийный оценитель

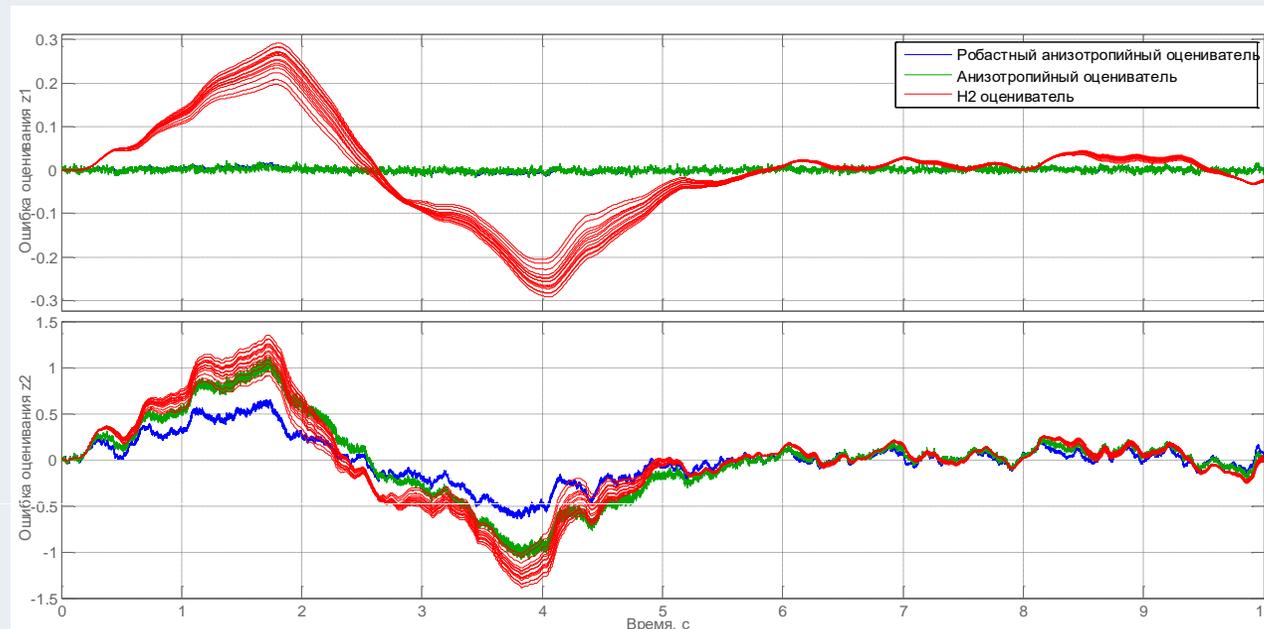
Модель ошибки оценивания:



$$T_{\tilde{z}w}^{\Delta}(z): \begin{bmatrix} x_{k+1} \\ \hat{x}_{k+1} \\ \tilde{z}_k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{A}(\Delta) & \mathbf{B}(\Delta) \\ \mathbf{C}(\Delta) & \mathbf{D}(\Delta) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_k \\ \hat{x}_k \\ w_k \end{bmatrix}$$

Критерий качества:

$$\| \| T_{\tilde{z}w}^{\Delta} \| \|_a = \sup_{W \in \mathcal{W}_a} \frac{\| \tilde{Z} \|_{\mathcal{P}}}{\| W \|_{\mathcal{P}}} < \gamma$$



Лаб. № 1

Зав. лаб.

Д.Т.Н.

Каршаков Е.В.

СЕКЦИЯ 7: Управление подвижными объектами и навигация

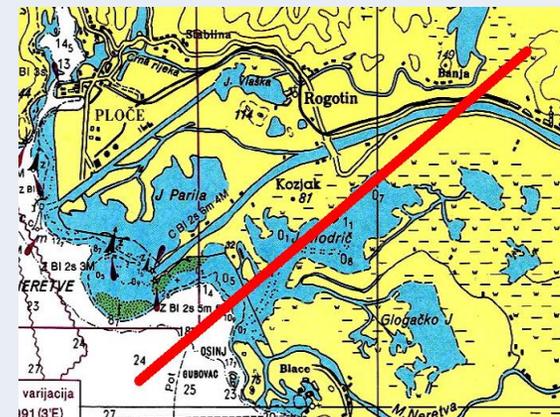
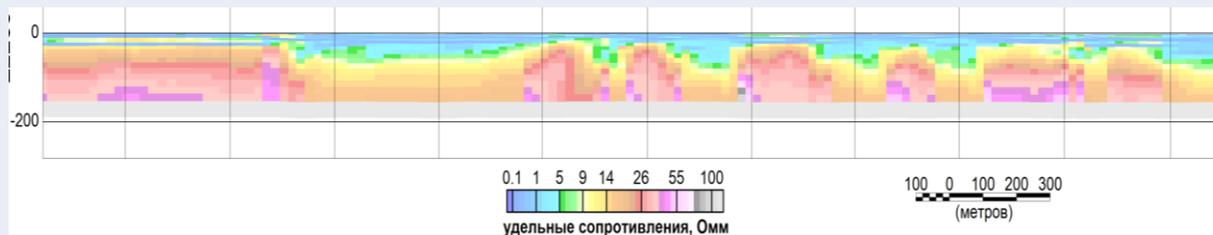
Решение задачи субоптимального оценивания для определения распределения удельного электрического сопротивления по глубине

Работа выполнялась в кооперации с профессором Veljko Srzić из Сплитского университета, Хорватия, профессором Giulio Vignoli из университета Кальяри и профессором Pietro Teatini из Падуанского университета, оба — Италия.

Цель работы — по данным аэрогеофизической съемки получить гидрогеологическую модель дельты реки Неретва в Хорватии, на основе которой будет разработана стратегия борьбы с поступлением соленой морской воды в имеющиеся источники пресных грунтовых вод.

Специфика решения задачи в данном районе — очень низкий уровень удельных электрических сопротивлений среды. Отдельные каналы не позволяют однозначно определить значение сопротивления. Дополнительные помехи создаются местными электросетями и электрофицированной железной дорогой.

Благодаря предложенному подходу на основе итерационного обобщенного фильтра Калмана задачу удалось успешно решить. Адекватность полученной модели подтверждается совпадением полученных глубин с имеющимися картами для Адриатического моря.



Лаб. № 1

Зав. лаб.
Д.Т.Н.
Каршаков Е.В.

СЕКЦИЯ 7: Управление подвижными объектами и навигация

Теория и алгоритмы систем управления внутрибаковыми процессами ракетных средств выведения, реконфигурируемых в нештатных ситуациях

Разработан метод синтеза систем терминального управления с использованием адаптивных моделей прогнозирования. Метод позволяет улучшить динамические характеристики жидкостного двигателя и оптимизировать параметры двигателя, определяющие надежность его работы.

На основе предложенного метода разработаны алгоритмы терминального управления расходом компонентов топлива новой ракеты-носителя «Союз-5». Алгоритмы позволяют минимизировать отклонения коэффициента соотношения расходов компонентов в возмущенных режимах работы жидкостного двигателя.

В плане сопровождения разработок Института в области РКТ проведен анализ результатов предполетного моделирования РН «Союз-5» № 3. Проведены исследования по модернизации системы СУРТ РН «Союз-2».



Лаб. № 8

Зав. лаб.
Д.Т.Н.
Иванов В.П.

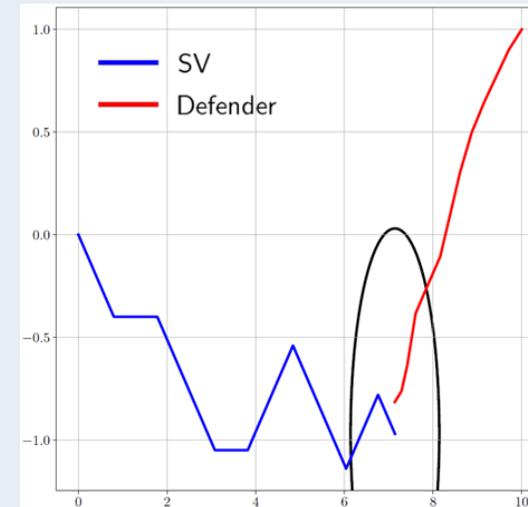
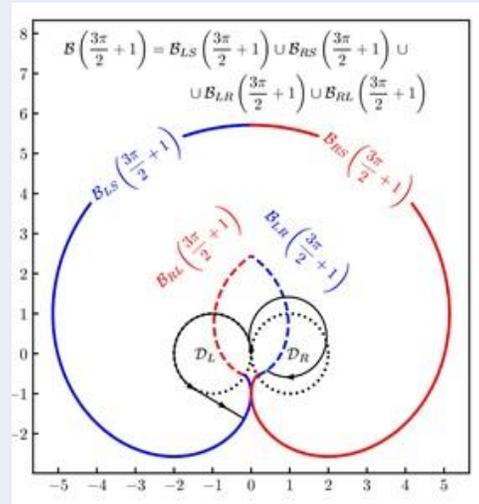
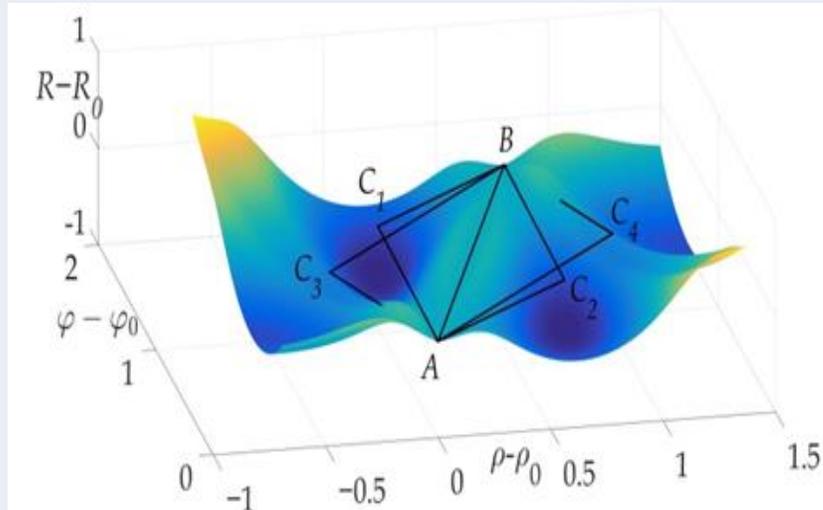
СЕКЦИЯ 7: Управление подвижными объектами и навигация

Методы и алгоритмы планирования движения подвижных объектов в конфликтной среде

Разработаны метод и алгоритм построения оптимальной траектории движения объекта с неоднородной индикатрисой излучения при уклонении от стационарной поисковой системы, получены условия оптимальности двузвенных траекторий.

Для задачи наискорейшего перехвата подвижной цели машиной Дубинса получены аналитические выражения, позволяющие определить минимальное время перехвата и предложен алгоритм синтеза оптимального управления.

Разработан алгоритм перехвата цели, движущейся случайными галсами, защитником, управление которым находится в классе кусочно-программных управлений.



Лаб. № 38

Зав. лаб.
чл.-корр. РАН
Галяев А.А.

Исполнители:
А.А. Галяев,
С.Н. Васильев,
Е.Я. Рубинович,
М.Э. Бузиков,
П.В. Лысенко,
В.П. Яхно,
М.А. Самохина,
А.С. Самохин,
А.В. Добровидов,
И.М. Рудько,
М.Е. Шайкин

ЦЕНТРЫ КОМПЕТЕНЦИЙ

**ЦЕНТР УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ
СЛОЖНЫХ СИСТЕМ**

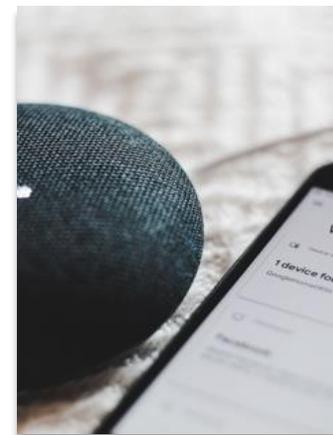
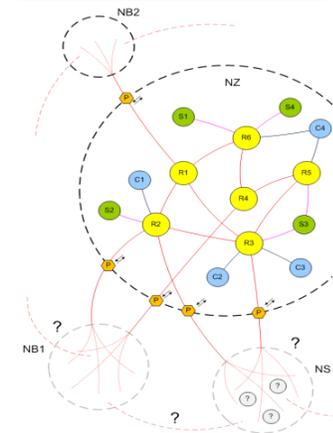
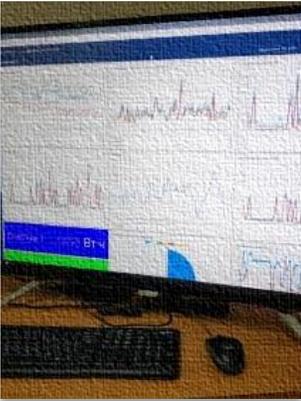
**ЦЕНТР ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЦИФРОВОЙ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ**

**ЦЕНТР ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ
РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

**ЦЕНТР ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО
ЦИФРОВОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

**ЦЕНТР ТЕХНОЛОГИЙ
ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

**ЦЕНТР МОЛОДЕЖНОГО
ИННОВАЦИОННОГО ТВОРЧЕСТВА**



ЦЕНТР УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

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

Заключено 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.

Получена лицензия ФСТЭК России на деятельность по технической защите конфиденциальной информации.

Реализована: НИР «Эволюция-СПП» (МО, Лаб. 1, 27, 41, 49, 79) на сумму 76,7 млн. руб.

Реализован Грант РФФИ: «Разработка моделей и методов выявления и прогнозирования деструктивных информационных воздействий при взаимодействии человека с Интернет-пространством» (Лаб. 11, 57, 79) на сумму 15,5 млн. руб.



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 цифровизована 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 | frequency | variance |
|----|--------|--------|--------|-----------|----------|
| 1 | 239.34 | 119.25 | 239.83 | 50.02 | 0.04 |
| 2 | 239.34 | 119.25 | 239.83 | 50.02 | 0.04 |
| 3 | 239.52 | 119.2 | 239.59 | 50 | 0.01 |
| 4 | 239.38 | 119.13 | 239.66 | 50 | 0.03 |
| 5 | 239.75 | 119.31 | 239.47 | 49.99 | 0.04 |
| 6 | 239.54 | 119.38 | 239.75 | 49.99 | 0.01 |
| 7 | 239.66 | 119.34 | 239.59 | 50 | 0.02 |
| 8 | 239.57 | 119.36 | 239.71 | 50.01 | 0.04 |
| 9 | 239.57 | 119.22 | 239.57 | 50 | 0.03 |
| 10 | 239.45 | 119.2 | 239.66 | 49.99 | 0.04 |



ЦЕНТР ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Участие во всероссийских соревнованиях по беспилотным летательным аппаратам АЭРОБОТ-2021 (г. Анапа) - 1 место.

Участие в международном форуме «АРМИЯ 2021» с рядом выступлений.

Развитие локаций наземного, водного кластеров робототехнического Полигона Института, а также РТС в части БТС («запорожец»)

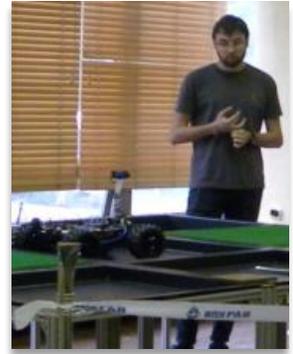
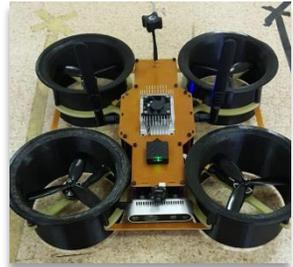
Действует Общественный семинар по управлению автономными робототехническими комплексами, проведен Семинар по беспилотным транспортным средствам с искусственным интеллектом.

Пленарный доклад о Центре и Полигоне на конференции E&T-2021, ПСиЗУ, Интерполитех, Комплексная безопасность, БТС-ИИ и выступления на НС РАН по РИМ и других мероприятиях.

Участие в проекте ФПИ «Маркер» с привязной многоцелевой БЛА (лаб. 69).

Выполнены работы по хоздоговорам «Защитник» (заказчик ЮФУ), «Проект-10» (заказчик НИЦ Институт им Н.Е. Жуковского).

Выполняются гранты РФФИ.



ЦЕНТР ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

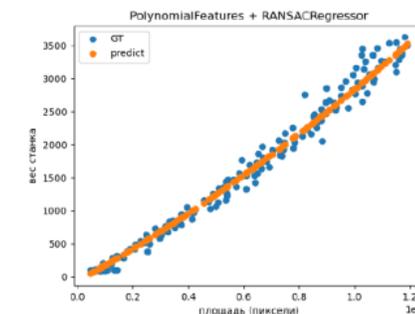
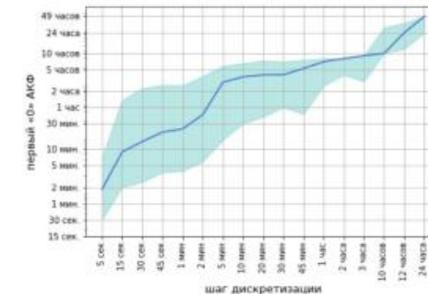
Отработана технология сквозного проектирования и конструирования промышленных роботизированных систем интеллектуальной сенсорики (в том числе видеоаналитики).

Ведётся разработка роботизированного автономного трактора (на платформе Kioti SK3710H). Применяется комбинированная система навигации и ориентации: дифференциальный режим ГНСС, датчик крена и тангажа, машинное зрение). Проект реализуется: Лаб. 77 и 16, ЦИЦСХ ИПУ РАН.

Совместно с ЦИЦЭЭ ИПУ РАН на основе данных исследовательского полигона ИПУ РАН разрабатывается методы анализа краткосрочной прогнозируемости энергопотребления.

Ведутся прикладные исследования в области интеллектуального машинного зрения: распознавание, локализация, сегментация, идентификация, трекинг, измерение линейных размеров и диагностика наблюдаемых объектов.

Разрабатываются методы и технологии нейросетевого управления сложными нелинейными структурами: подавление синхронизации, подавление хаотических колебаний, предсказание динамики.



ЦЕНТР ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ЦИФРОВОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Продолжена активная работа ИПУ РАН на площадке Белгородского Научно-образовательного центра (НОЦ) «Инновационные решения в АПК»: в 2021 году Институт выступил в качестве научного партнера по 6 интересным и сложным проектам как по современному растениеводству, так и по «умному» животноводству.

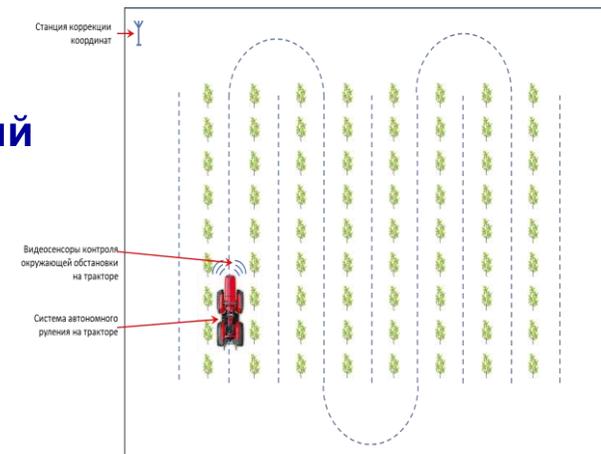
Индустриальными партнерами ИПУ РАН по проектам выступают и фермерские хозяйства, и крупнейшие российские агрохолдинги.

В 2021 году были начаты или успешно продолжены совместные проекты с ключевыми отраслевыми научными партнерами:

- Белгородский ФАНЦ РАН,
- ВНИИ Виноградарства и виноделия «Магарач» РАН»,
- Белгородский государственный аграрный университет,
- Орловский государственный аграрный университет,
- Казанская ветеринарная академия.

ЦИЦСХ в тесном взаимодействии с лабораторией № 77 и Центром технологий искусственного интеллекта ведет реализацию проектов:

- Машинное зрение для свинокомплексов и коровников;
- Автономный робот для мониторинга кур-несушек;
- Беспилотный трактор для садов и виноградников;
- Система распознавания поражений винограда и яблонь;
- Автоматическое определение хромоты коров на ферме;
- Автономный робот для промышленных теплиц.



ЦЕНТР ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ЦИФРОВОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

ЦИЦСХ реализует программы междисциплинарного взаимодействия с партнерами как по линии Минобрнауки России, так и Минсельхоза России, в т.ч. с их подведомственными организациями.

Проект ИПУ РАН с ГК «Агро-Белогорье» по машинному зрению для свинокомплексов был отмечен в докладе Президенту России В.В. Путину Министром науки и высшего образования России В.Н. Фальковым как пример успешного взаимодействия науки и бизнеса на площадках НОЦ.



Второй год подряд ЦИЦСХ, совместно с лабораторией № 77, выступил ключевым партнером АО «Россельхозбанк» на хакатоне «AgroCode Hack»



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



Министерство
сельского хозяйства
Российской Федерации



аб
Агро-Белогорье



ЦЕНТР МОЛОДЕЖНОГО ИННОВАЦИОННОГО ТВОРЧЕСТВА

ИПУ РАН вошёл в состав участников проекта предпрофессионального образования «Инженерный класс в московской школе», подана заявка на членство в проекте «Предпринимательский класс в московской школе».

75 школ-партнёров (+ 54 в 2021 году).

13 исследовательских проектов школьников под руководством сотрудников Института были представлены на открытых городских конференциях.

Реализуются три программы ДПО для педагогов по проектной деятельности школьников и искусственному интеллекту, общее число участников — более 200 человек.

Успешно реализованы два проекта по грантам департамента образования и науки города Москвы (4 млн. рублей).



НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ШКОЛЬНИКОВ «НАУКА ДЛЯ ЖИЗНИ»

В 2021 году ИПУ РАН стал площадкой проведения главного научного события Академического класса в московской школе.

Более 2 300 участников заочного этапа представили свыше 1 900 работ.

1 244 доклада в 20 тематических секциях на заключительном этапе в ИПУ РАН 27–28 апреля.

108 победителей, 241 призёр.

Сотрудники Института провели 34 мастер-класса для участников.

Проведён круглый стол «Наука. Образование. Жизнь» с участием представителей педагогического сообщества, руководителей региональных органов образования и Администрации президента РФ.

