



ИТОГИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ИПУ РАН
в 2020 году

член-корр. РАН Д.А.Новиков

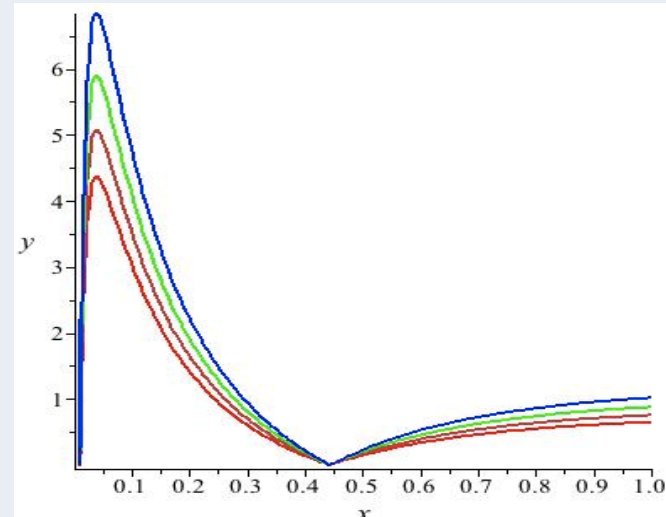
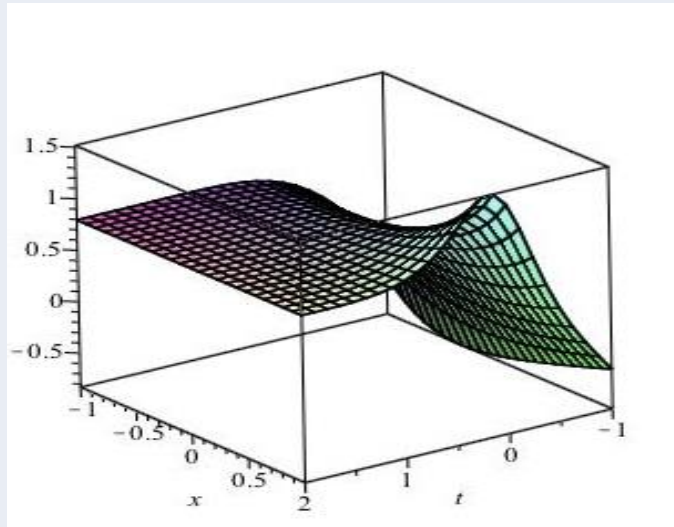
28 декабря 2020 г.

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

СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Процессы и управление в сплошных средах

1. Решена задача оптимального управления термодинамическими процессами для идеального газа.
2. Построен аналог уравнений Эйлера для сплошных сред Коссера с внутренней микролокальной структурой.
3. Построены и исследованы модели вязких и невязких течений на пространственных кривых в поле силы тяжести (модель трубы) с учетом термодинамических свойств среды.
4. Построены динамики и точные решения нелинейного эволюционного дифференциального уравнения третьего порядка, обобщающего уравнение Кортевега - де Фриза.



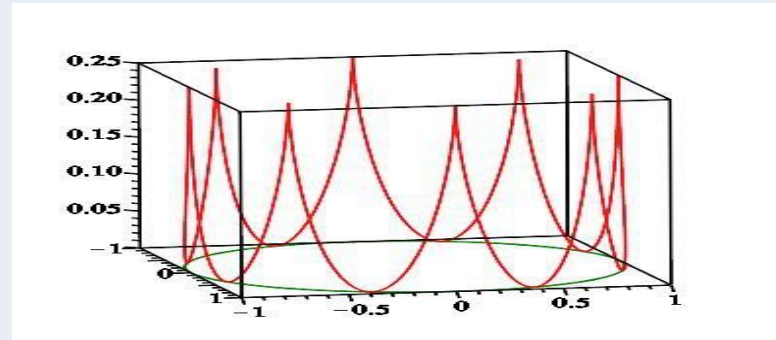
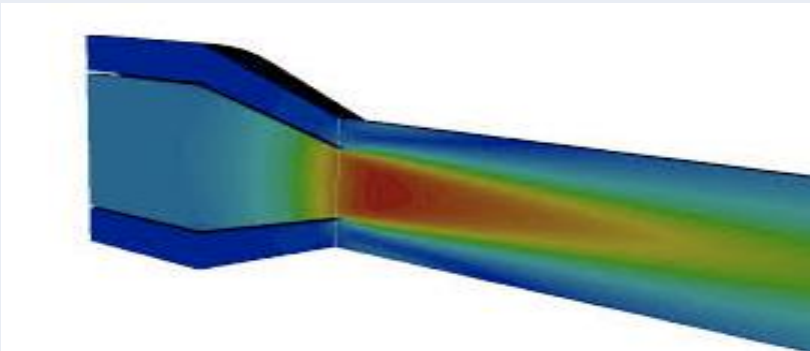
Лаб. № 6

зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Кушнер А.Г.

СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Процессы и управление в сплошных средах

1. Разработан метод построения нелокальных законов сохранения для широкого класса нелинейных дифференциальных уравнений.
2. Получены новые классы многозначных решений одномерных уравнений Эйлера, описывающие ударные волны.
3. Классифицированы все особенности проектирования многозначных простых волн на плоскость независимых переменных.
4. Построена и исследована термодинамическая модель истечения газа из одномерного сопла.
5. Разработан метод построения точных и численных решений систем эволюционных нелинейных уравнений в частных производных на основе конечномерных динамик.



Лаб. № 6

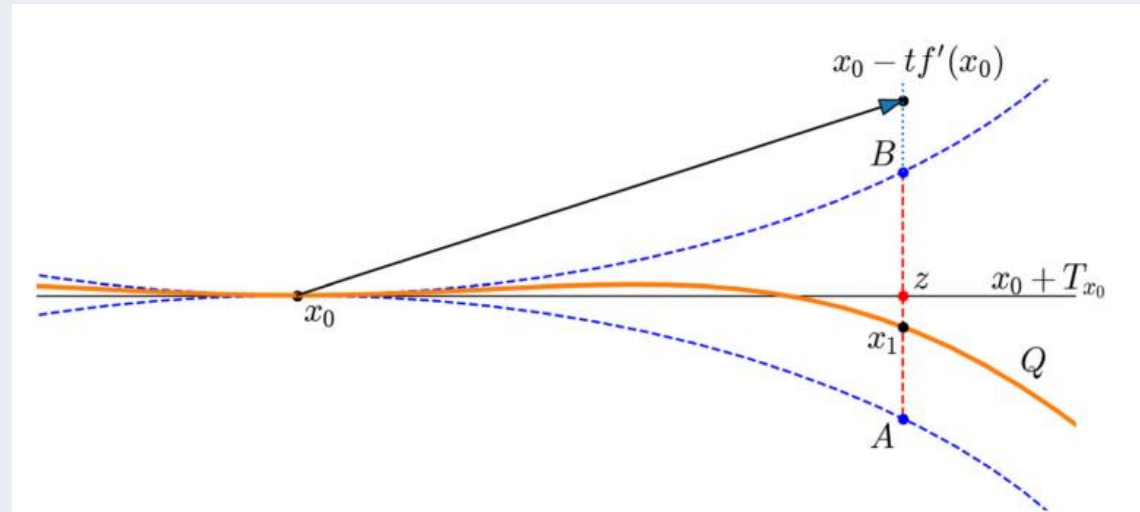
зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Кушнер А.Г.

СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Невыпуклая гладкая оптимизация

1. Получены новые явные оценки скорости сходимости градиентных методов для решения задачи минимизации липшицево дифференцируемой невыпуклой функции на гладком многообразии при условии проксимальной гладкости многообразия и условии ограничения роста функции (напр., условия Поляка-Лоясевича).
2. Получены новые достаточные условия, гарантирующие линейную скорость сходимости градиентных методов в задаче минимизации невыпуклой функции на гладком многообразии.
3. Найдены неуплучшаемые константы проксимальной гладкости основных матричных многообразий (Штифеля, Грассмана и т.п.), с помощью которых получены новые достаточные условия сходимости градиентных методов на этих многообразиях.

Шаг ($x_0 \rightarrow x_1$) градиентного метода:



Лаб. № 7

зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Хлебников М.В.

СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Конечно-частотная идентификация динамики поступательного движения квадрокоптера

1. Разработан и интегрирован в код полётного контроллера программный модуль подачи тестовых синусоидальных сигналов и сбора данных измерений в процессе экспериментального полёта.
2. Идентифицированы передаточные функции линеаризованной модели горизонтального и вертикального поступательного движения.
3. Выявлена взаимосвязь идентифицированных передаточных функций горизонтальной скорости для различных значений скорости полёта с нелинейной моделью полёта, учитывающей сопротивление воздуха.



Лаб. № 7

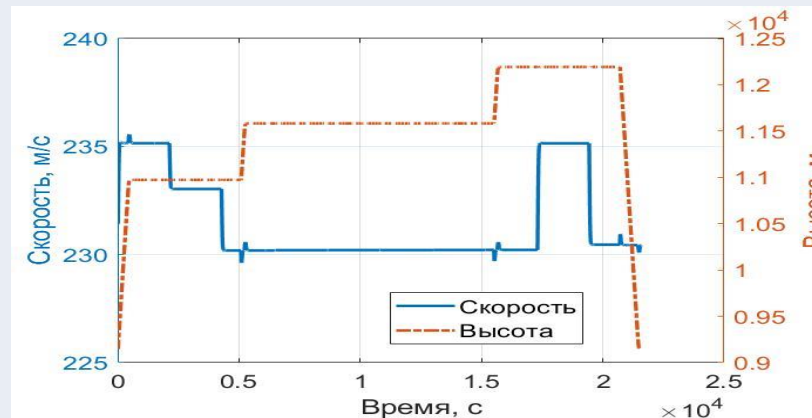
зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Хлебников М.В.

СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Оптимизация высотно-скоростного профиля крейсерского полёта воздушного судна

В интересах ГосНИИАС исследована задача минимизации расхода топлива среднемагистрального пассажирского самолёта на этапе крейсерского полёта при фиксированном времени прибытия. В рамках работы:

1. Сформулирована задача оптимизации высотно-скоростного профиля крейсерского полёта при фиксированном времени прибытия.
2. Разработан детерминированный безградиентный поисковый метод оптимизации с учётом ограничений.
3. Разработана процедура вычисления расхода топлива как целевой функции оптимизации.
4. Проведено моделирование в среде Matlab оптимизации высотно-скоростного профиля полёта для типовых условий.



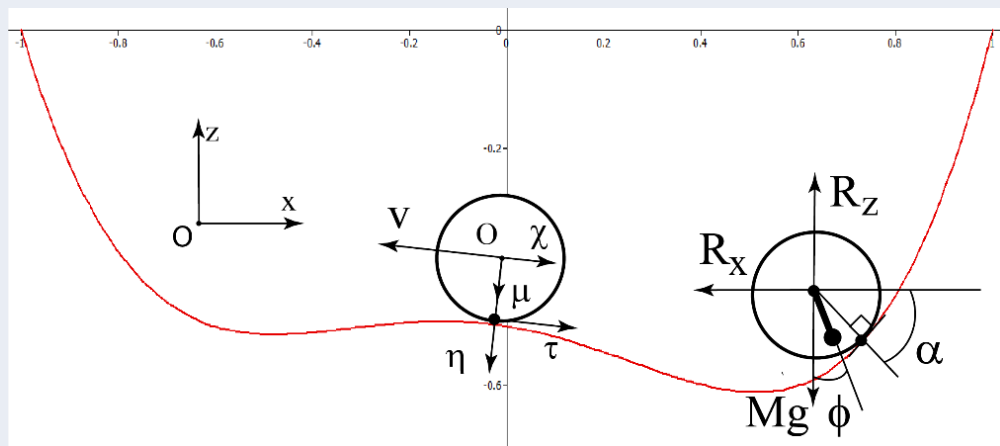
Лаб. № 7

зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Хлебников М.В.

СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Управление нелинейными механическими системами с ограниченным ресурсом управления

1. Разработан подход к численному интегрированию уравнений движения механических систем, основанный на технике стабилизации связей. Исследована задача качения колесной системы по криволинейному профилю. Решена задача стабилизации движения робота-колеса.
2. Получена новая оценка инвариантных областей в задаче стабилизации колесного робота с ограниченным углом поворота колес.
3. Разработана схема стабилизации колебаний, в которой осциллятор навязывает консервативной системе режим орбитально асимптотически устойчивого цикла. Найден закон управления и алгоритм выхода системы на режим цикла.



Колесо с маятником, катящееся по криволинейному профилю



Автономные платформы для отработки алгоритмов управления и навигации

Лаб. № 16

зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Рапопорт Л.Б.

СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Синтез инвариантных систем на основе вортекс-алгоритма в робастной постановке

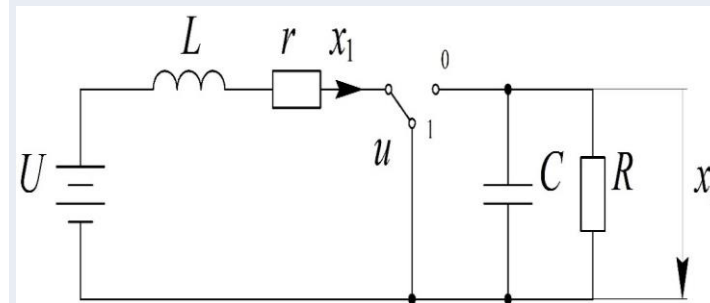
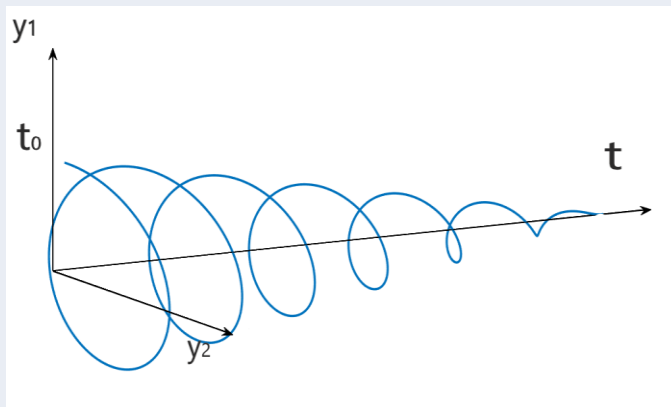
1. Для класса нелинейных систем, функционирующих при действии разрывных возмущений, являющихся функциями времени и вектора состояния, разработаны методы синтеза комбинированных управляющих воздействий с использованием «вихревых» алгоритмов, содержащих непрерывную и разрывную компоненты, обеспечивающих стабилизацию выходных переменных с заданной точностью.
2. Для повышающего преобразователя напряжения при неизвестной активной нагрузке разработан алгоритм управления с учетом внутреннего сопротивления индуктора и сопротивления нагрузки. Предложены новые совместные наблюдатели и идентификаторы неизвестных параметров преобразователя на т.н. «вихревых» алгоритмах.

$$\dot{y}_1 = y_2 + \xi(t), \quad \dot{y}_2 = \tilde{u},$$

$$\tilde{u} = -k_1 y_2 - k_2 \text{sign}(y_1)$$

y_1, y_2 – переменные состояния,

$\xi(t)$ – возмущение.



Лаб. № 37

зав. лаб.
Д.Т.Н.
Уткин А.В.

СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Задачи оптимального управления и нелинейного анализа, их приложения к исследованию моделей экономического равновесия

1. Для классической задачи оптимального управления с особыми управлениями получены новые необходимые условия оптимальности.

2. Получены новые глобальные и полулокальные теоремы об обратной функции для нелинейных уравнений.

3. На основе полученных теоретических результатов исследованы нелинейные динамические модели рынка с непрерывным временем.

Получены достаточные условия существования и устойчивости положения равновесия, исследованы свойства множества положений равновесия.

$$J(u(\cdot)) = \int_0^1 L(t, x, u) dt \rightarrow \min,$$

$$\dot{x} = f(t, x, u), \quad t \in [0, 1], \quad x(0) = x_0, \\ G(x(1)) = 0,$$

$$\mathcal{E} \left(\frac{\partial H}{\partial x} \right) (\tau, \eta, (\Delta f)(\tau, \xi), \xi) \leq 0$$



Лаб. № 45

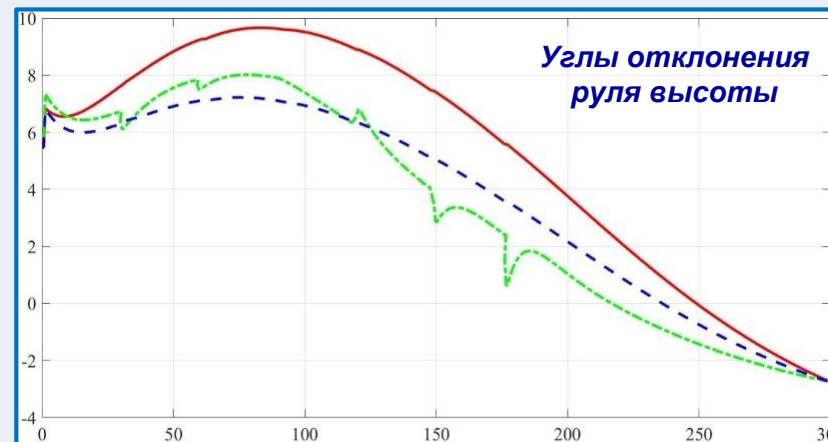
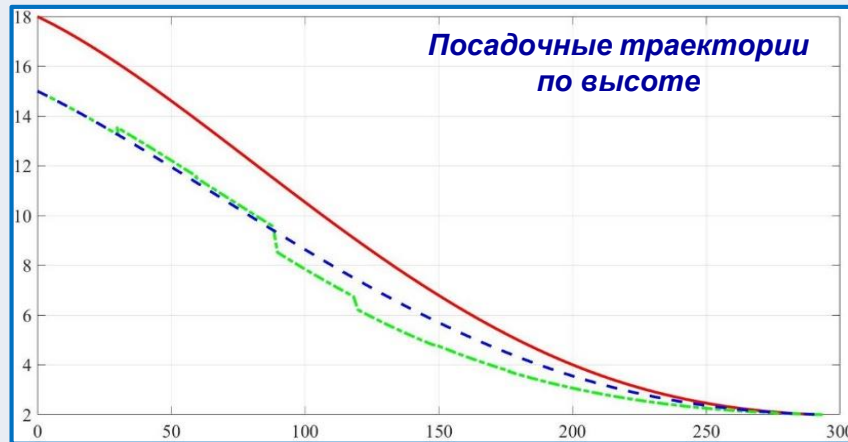
зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Арутюнов А.В.

ответственные
исполнители:
д.ф.-м.н.
В.Н.С.
Жуковский С.Е.
к.ф.-м.н.
С.Н.С.
Павлова Н.Г.

СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Управление беспилотными летательными аппаратами

1. Разработан математический имитатор посадочного маневра БПЛА.
2. Разработан и исследован алгоритм терминального управления посадкой БПЛА в режиме выравнивания, с использованием метода «гибких» кинематических траекторий.
3. Проведена компьютерная апробация в среде Matlab разработанного алгоритма на примере БПЛА «Aerosonde» в условиях ветровых возмущений различного типа с учетом необходимых требований и ограничений.



- — посадка с высоты 18м без возмущений;
- - - - - посадка с высоты 15м без возмущений;
- . - . - . - посадка с высоты 15м с ветровым возмущением

Лаб. № 45

зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Арутюнов А.В.

ответственный
исполнитель:
г.н.с.
д.ф.-м.н.
Хрусталеv М.М.

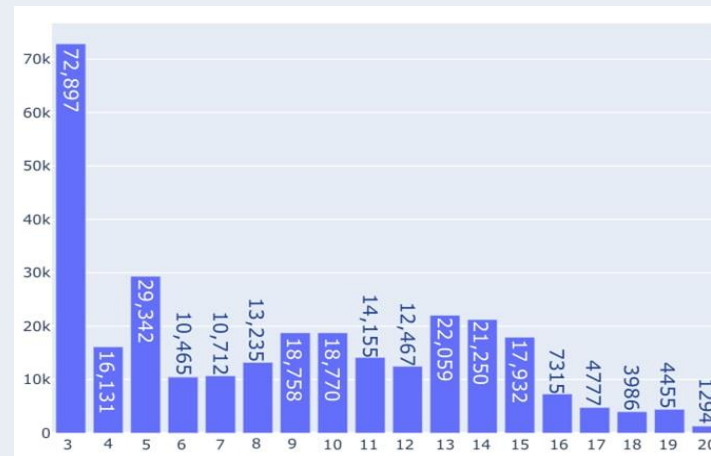
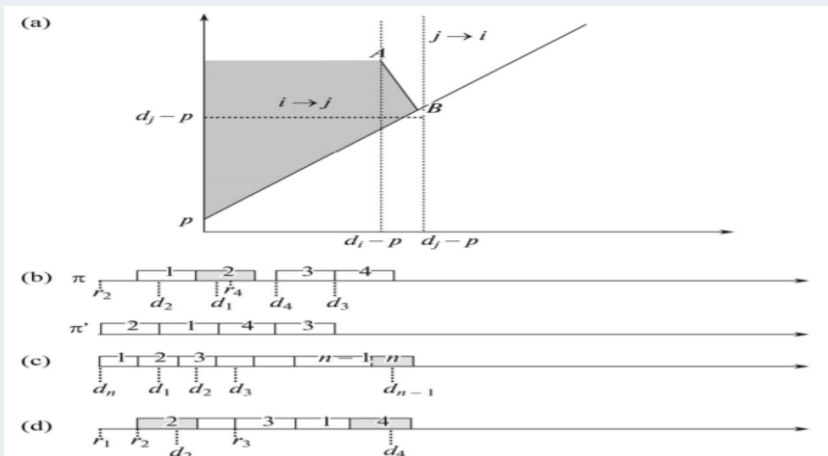
СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Теория расписаний и дискретная оптимизация

1. Обобщен метрический подход к решению задач теории расписаний для нескольких приборов.
2. Разработана интерполяционная схема решения задач теории расписаний на основе полиномов Лагранжа и Чебышёва.
3. Разработан алгоритм решения задачи минимизации максимального временного смещения на основе метода ветвей и границ.
4. Произведена классификация асимметричных задач коммивояжера по квантилям распределения сложности индивидуальных задач, разработан комбинированный алгоритм для их решения.
5. Разработан полиномиальный алгоритм решения двойственной к задаче минимизации максимального временного смещения, исследована применимость метода решения задач теории расписаний для одного прибора с использованием двойственного подхода.

Лаб. № 68

зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Лазарев А.А.



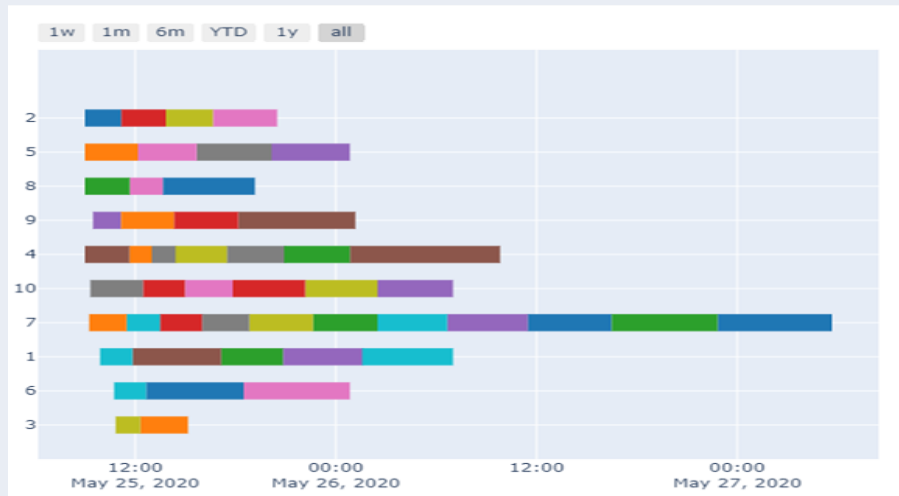
СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Теория расписаний и дискретная оптимизация

1. Исследована практическая задача оптимизации ресурсов операционных комнат больницы на примере госпиталя им. акад. Н.Н. Бурденко.
2. Разработан полиномиальный алгоритм для практической задачи корректировки расписания движения на частично заблокированном сегменте железной дороги с разъездом.
3. Разработан эвристический алгоритм решения задачи оптимального планирования работы пунктов технического обслуживания локомотивов на примере сортировочной станции Свободной.
4. Разработана система составления расписаний подготовки экипажа для работы на борту МКС.

Лаб. № 68

зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Лазарев А.А.



СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Асимптотика многоагентной системы второго порядка (метод собственного проектора лапласовской матрицы)

1. С помощью декомпозиции вектора состояний/скоростей агентов получено компактное описание динамики линейной многоагентной системы второго порядка, решающей задачу согласования характеристик и сходимости к заданной конфигурации.
2. Получено выражение для асимптотического поведения системы: оно определяется кронекеровым произведением матрицы $e^{\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 0 & a \end{pmatrix}t}$ на собственный проектор лапласовской матрицы орграфа зависимостей агентов, где a – параметр системы.
3. Получены явные формулы для нахождения собственного проектора лапласовской матрицы, используемые при анализе МАС второго порядка.

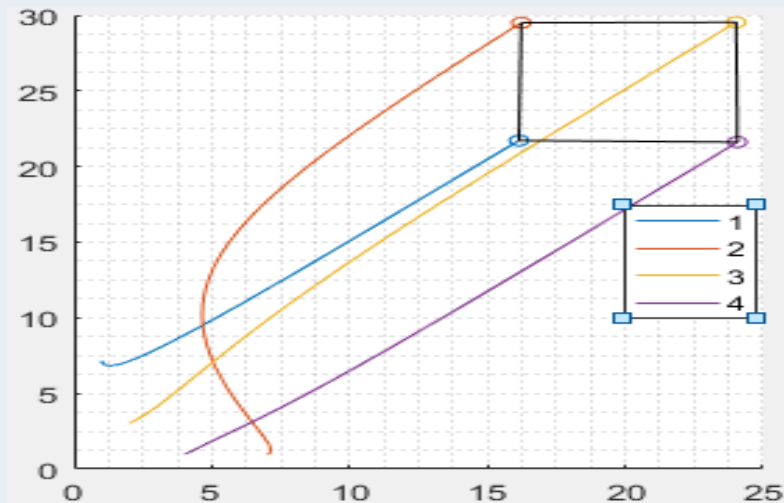
$$y = z - h. \quad (1)$$

$$\dot{y} = \left(\begin{pmatrix} 0_n & I_n \\ fL & gL + aI_n \end{pmatrix} \otimes I_d \right) y. \quad (2)$$

Тогда

$$y(t) \rightsquigarrow (e^{At} \otimes L^+ \otimes I_d) y(0), \quad (3)$$

где $A = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 0 & a \end{pmatrix}$, L^+ – собственный проектор лапласовской матрицы, \otimes – кронекерово произведение, \rightsquigarrow – знак асимптотики.



Лаб. № 70

зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Чеботарев П.Ю.

СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

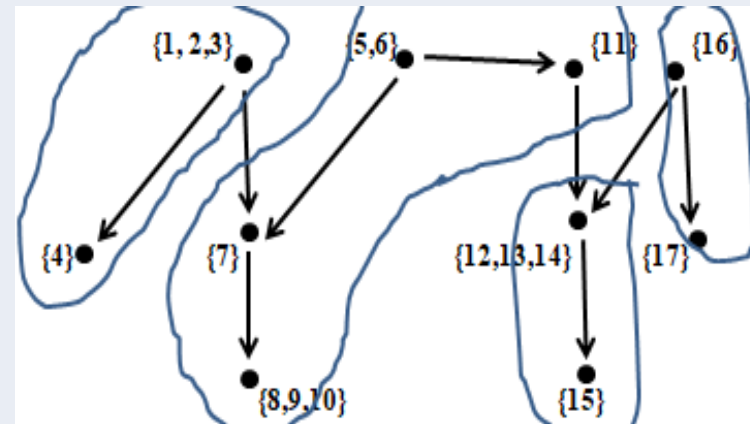
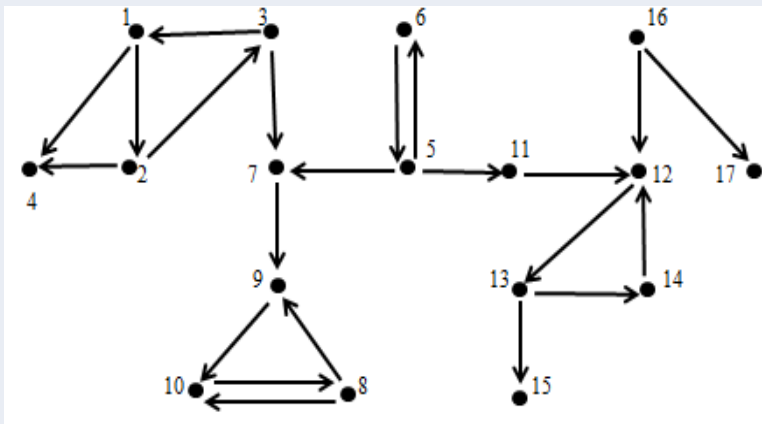
Новые методы кластеризации орграфов

1. Предложен новый метод кластеризации вершин орграфов, использующий древовидную структуру орграфа. Для сильно связного орграфа топология описывается матрицей исходящих лесов с $n - 2$ дугами.
2. Доказано, что если при кластеризации используется метод взвешенного разреза, основанный на симметризации конечной матрицы, то результат тот же, что при кластеризации орграфа без учета направлений дуг.
3. Предложен метод кластеризации, использующий построение конденсации исходного орграфа и алгоритм последовательного разделения вершин на два кластера.
4. Для разреженного орграфа предложен метод, использующий линейно независимые столбцы собственного проектора лапласовской матрицы.

Лаб. № 70

зав. лаб.
д.ф.-м.н.

Чеботарев П.Ю.



СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Глубокие нейронные сети и методы анализа и моделирования нелинейных процессов и систем

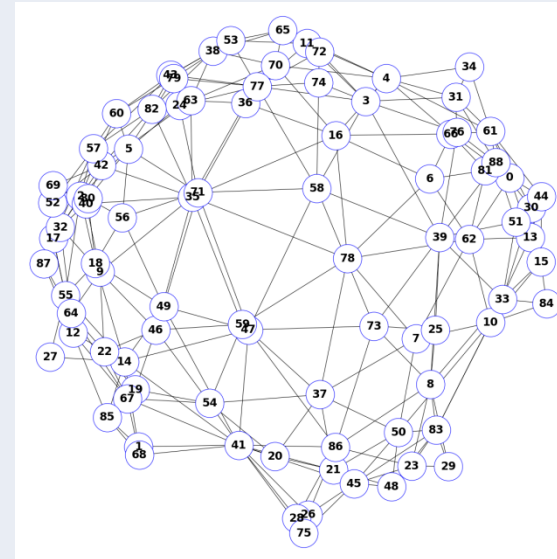
Продемонстрированы эффективные возможности глубоких свёрточных нейронных сетей при решении задачи структурной идентификации на графах в условиях априорной неопределённости, неполной наблюдаемости и стохастических возмущений.

В качестве тестовой задачи рассмотрена проблема идентификации наблюдаемых созвездий на фотоснимке ночного неба. Получено качество решения 0.927 по метрике F_1 .

$$L[\Gamma^N \mid (P_N^V, P_N^E), \Gamma^{S^\circ} \mid (P_{S^\circ}^V, P_{S^\circ}^E)] \rightarrow \min$$

Γ^N – частично наблюдаемый граф (с возмущениями)

Γ^{S° – восстановленная оценка исходного графа Γ^S



Лаб. № 77

зав. лаб.

К.Т.Н.

Макаренко А.В.

СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Прикладные технологии ГНС

1. Разработаны основы технологии идентификации животных по их фотоизображению.
2. Проработаны основные положения технологии распознавания функциональных состояний животных по видеоданным высокого разрешения.
3. Получены результаты, свидетельствующие, что глубокая нейросеть способна восстанавливать в своём латентном пространстве правильный временной порядок следования кадров на видео при решении задачи распознавания действий (поведения) подвижных объектов.



Лаб. № 77

зав. лаб.

К.Т.Н.

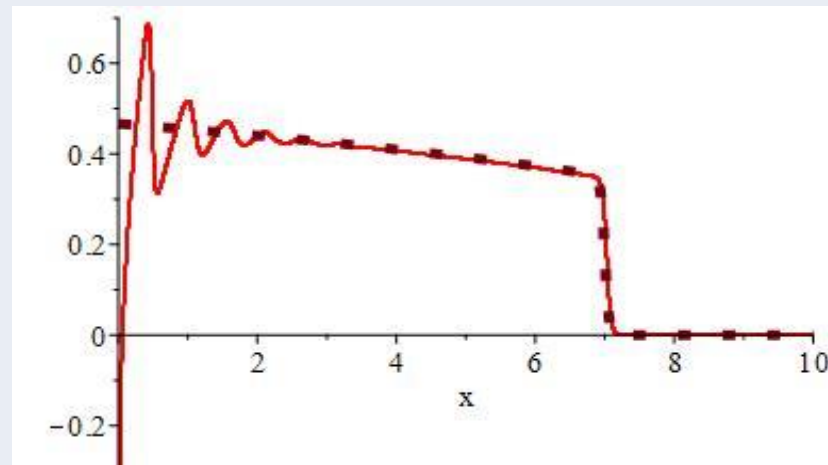
Макаренко А.В.



СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Управление волновыми процессами в насыщенных пористых средах нефтяных месторождений

1. Обнаружены и изучены новые эффекты трансформации солитонов, когда они преодолевают барьеры с диссипацией и накачкой, описываемые уравнениями Кортевега-де-Фриза и Бюргерса.
2. Для описания распространения цилиндрических и сферических волн от источника в диссипативной и диспергирующей среде применены алгебраические и аналитические методы исследования нелинейных уравнений Бюргерса или Кортевега-де-Фриза и Бюргерса.
3. Для описания слабых разрывов использованы структуры симметрий, инвариантные решения и законы сохранения. Получены аналитические формулы распространения первичной ударной волны (см. рис.).



Лаб. № 82

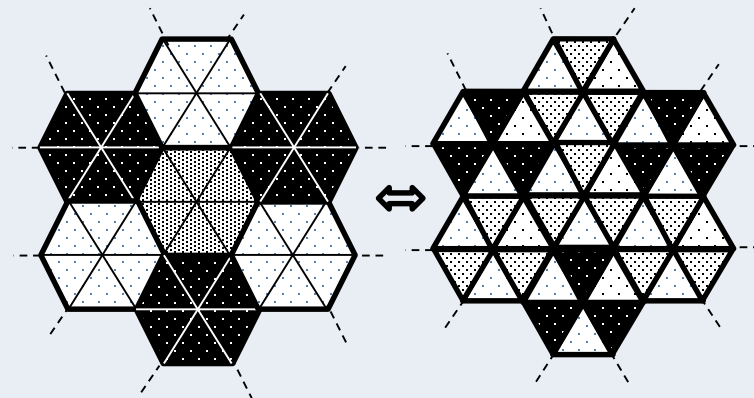
зав. лаб.
к.ф.-м.н.
Искаков А.Б.

ответственный
исполнитель:
В.Н.С.
Д.Т.Н.
Самохин А.В.

СЕКЦИЯ 1: Теория систем управления

Управление разработкой газовых месторождений

1. Сформулированы и разработаны методы решения задач управления разработкой газовых месторождений при изотермической и неизотермической фильтрации в насыщенных газом пористых средах по законам Дарси и Форхгеймера.
2. Методы решения основаны на методах:
 - теории возмущений, аддитивной декомпозиции Шварца и оператора Пуанкаре-Стеклова с расщеплением по пространству и времени;
 - многосеточной аппроксимации приближенных решений конечно-элементных операторных уравнений в последовательности вложенных сеточных подпространств с иерархическими базисными функциями (см. рис.).
3. При неизотермической нелинейной фильтрации в призабойных зонах скважин уравнение энергии и определяющее уравнение состояния составлены с учетом эффекта Джоуля – Томсона и нелинейного закона Форхгеймера.



Фрагмент разбиения газового месторождения

Лаб. № 82

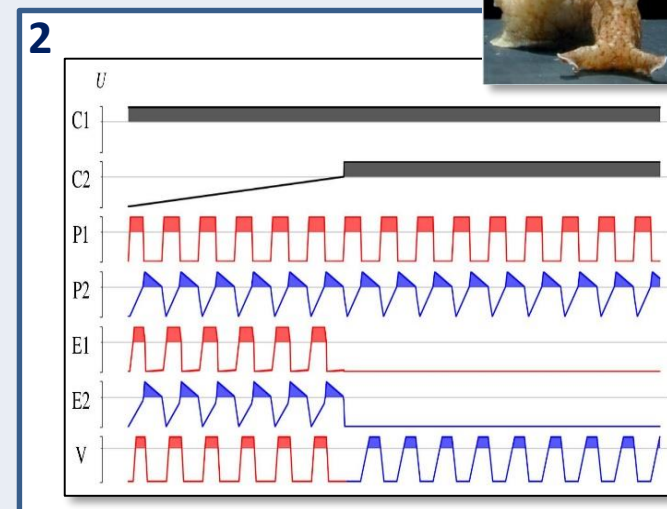
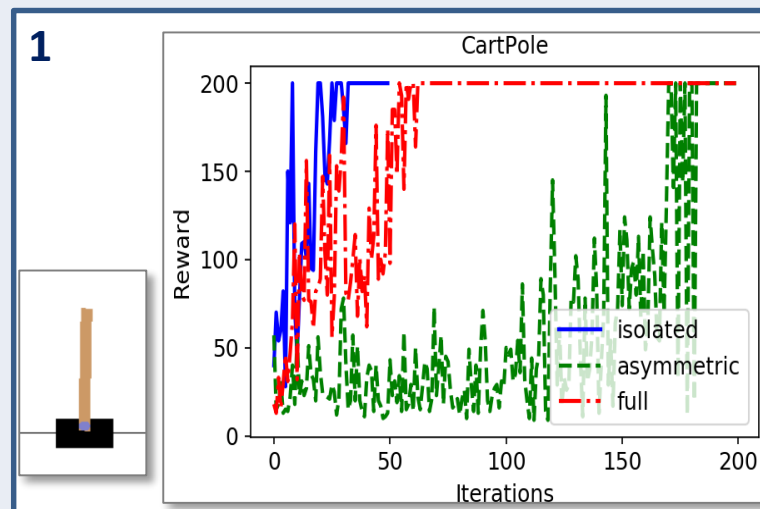
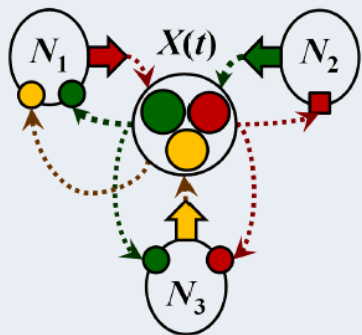
зав. лаб.
к.ф.-м.н.
Искаков А.Б.

ответственный
исполнитель:
В.Н.С.
К.Т.Н.
Ахметзянов А.В.

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

Модель гетерохимических взаимодействий между нейронами и ее приложения

1. Исследована эффективность мультитрансмиттерной сети в простых задачах обучения с подкреплением.
2. Реализованы механизмы нейромодуляции как инструмента управления нейронными ансамблями. Проведены симуляции ритмических активностей нервной системы различных моллюсков и изменения ритмов за счет эффекта нейромодуляции.
3. Исследована и решена задача о прохождении сигнала через цепь асинхронных пороговых элементов. Результаты могут быть использованы при моделировании биологических нейронных сетей, а также различных процессов распространения активности.



Лаб. № 11

зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Жилякова Л.Ю.

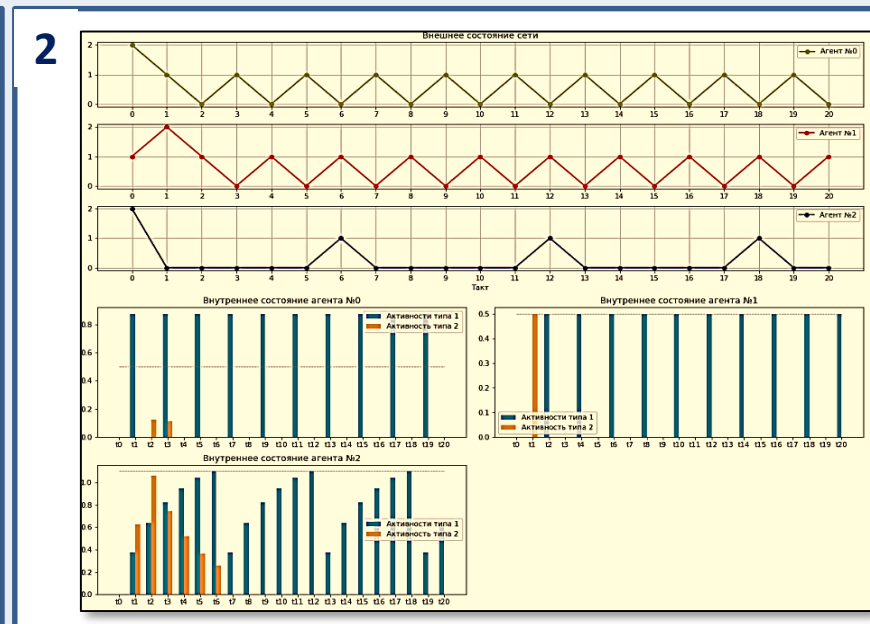
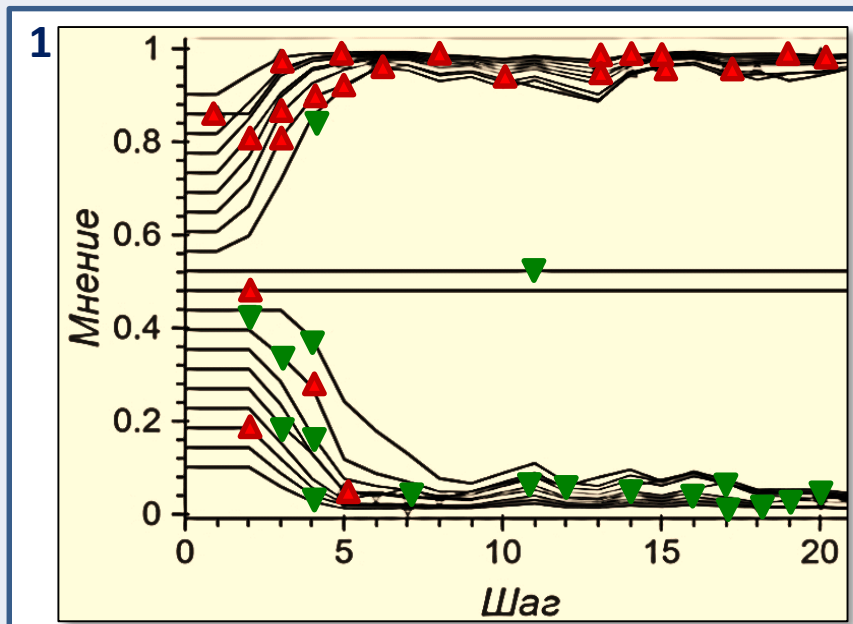
СЕКЦИЯ 2: Управление социально-экономическими и медико-биологическими системами

Сетевые модели влияния

1. Для расчета влияния в социальных сетях на основе акциональной модели разработаны различные способы формализации влияния; эти способы применены для расчета влияния пользователей онлайн социальной сети Reddit. Разработана модель динамики мнений пользователей; исследованы условия поляризации мнений.
2. Исследованы малые сети MIMO-агентов с двумя типами активности. Описаны паттерны активностей, возможные в малых группах агентов.
3. Разработан модуль системы автоматического определения тематики научных текстов, функционирующий в сети Интернет.

Лаб. № 11

зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Жиликова Л.Ю.



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

Модели прогнозирования, влияния и принятия решений

1. Предложена модель машинного обучения для предсказания возникновения торнадо по метеорологическим параметрам.
2. Проведено исследование манипулируемости мажоритарных процедур агрегирования с помощью компьютерных экспериментов в динамической модели голосования (рис. 1).

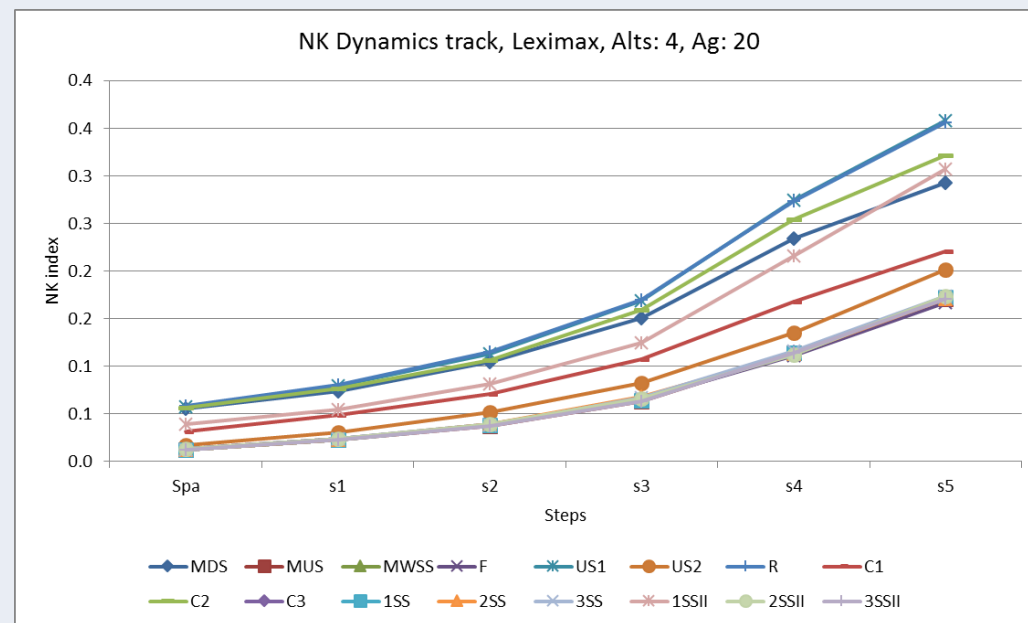


Рис. 1. График степени манипулируемости (Ницана-Келли) в динамике на траектории от идеальных точек альтернатив до средних точек избирателей для 4 альтернатив и 20 агентов для расширения Leximax.

3. Созданы и изучаются модели прогнозирования распространения коронавируса в зависимости от эффективности карантинных мер по странам мира.

Лаб. № 25

зав. лаб.
Д.Т.Н.
Алескеров Ф.Т.

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

Модели прогнозирования, влияния и принятия решений

4. Предложены сетевые модели определения ключевых участников на международном рынке внешних заимствований.
5. Продолжено исследование международной сети торговли продовольствием с учетом не прямых взаимодействий стран.
6. Выполнен проект «Общество и передовые технологии в Арктике», совместно с университетом Тромсё и лаб. 57 ИПУ РАН.
7. Исследована методология повышения точности ряда методов анализа паттернов, основанных на парном сравнении показателей. Новая методология использована для анализа структуры спортивной жизни в регионах РФ.
8. Проведено исследование возможности использования весов Фишберна для указания потребительского предпочтения по различным факторам объекта рейтингования финансовых инструментов для формирования гибких рейтингов.

Лаб. № 25

зав. лаб.
Д.Т.Н.
Алескеров Ф.Т.

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

Постановка и решение задачи выбора инвестиционных стратегий предприятий на конкурентных рынках

1. Предложена модель выбора инвестиций в развитие производственных мощностей компаний на конкурентных рынках. Задача формулируется как совокупность взаимосвязанных квадратичных задач оптимизации.
2. Для ее решения на основе поиска равновесия Нэша предложен метод сведения исходной задачи к решению смешанной задачи дополненности (MCP).

Каждая компания стремится максимизировать свой суммарный чистый денежный поток за прогнозный период $t = \overline{1, T}$, который равен чистой прибыли, полученной за этот период, за вычетом средств, направленных на инвестиции.

$$(1) \max_{x_i(t), y_i(t)} \sum_{t=1}^T ((a - b \cdot (x_i(t) + x_{-i}(t))) \cdot x_i(t) - c_i(t) \cdot x_i(t) - k_i \cdot y_i(t + \tau_i)),$$

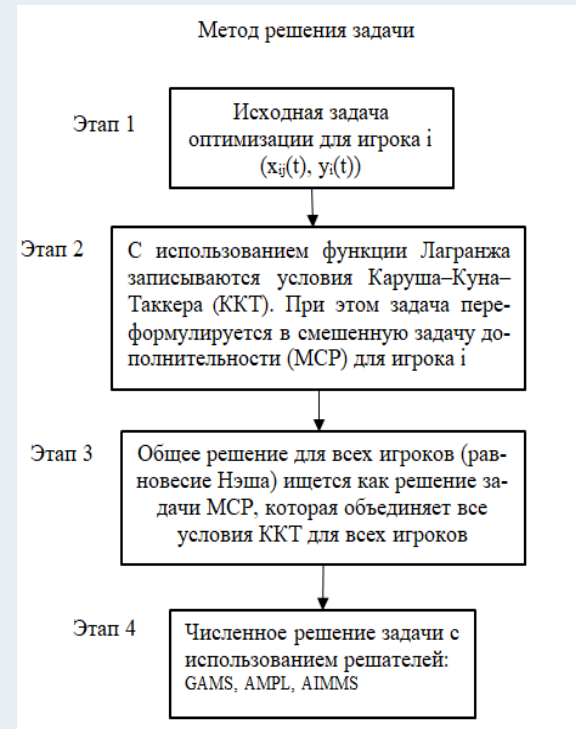
$$(2) x_i(t) \leq C_i(0) + \sum_{t=1}^t y_i(t) \quad \forall t,$$

$$(3) y_i(t) \leq y_i^{\max}(t) \quad \forall t,$$

$$(4) x_i(t) \geq 0, y_i(t) \geq 0 \quad \forall t,$$

Искомые переменные: $x_i(t)$ – объем поставок продукции компанией i . Рыночная цена продукции: $P(t) = a - b \cdot (x_i(t) + x_{-i}(t))$, где a и b константы, а $x_{-i}(t)$ – суммарный объем поставок другими компаниями.

$y_i(t)$ – прирост производственной мощности компании i в период t , связанный с инвестициями в расширение производства.



Лаб. № 33

зав. лаб.
Д.Т.Н.
Дранко О.И.

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

Многоуровневая имитационная модель «региональный бюджет – предприятие – меры поддержки (коронавирус)»

1. Разработана многоуровневая имитационная модель доходов регионального бюджета и развития предприятий в регионе.
2. Проведено экспресс-моделирование доходов бюджета на примере г. Москвы.
3. Сформулированы рекомендации по выбору мер поддержки в условиях коронакризиса.



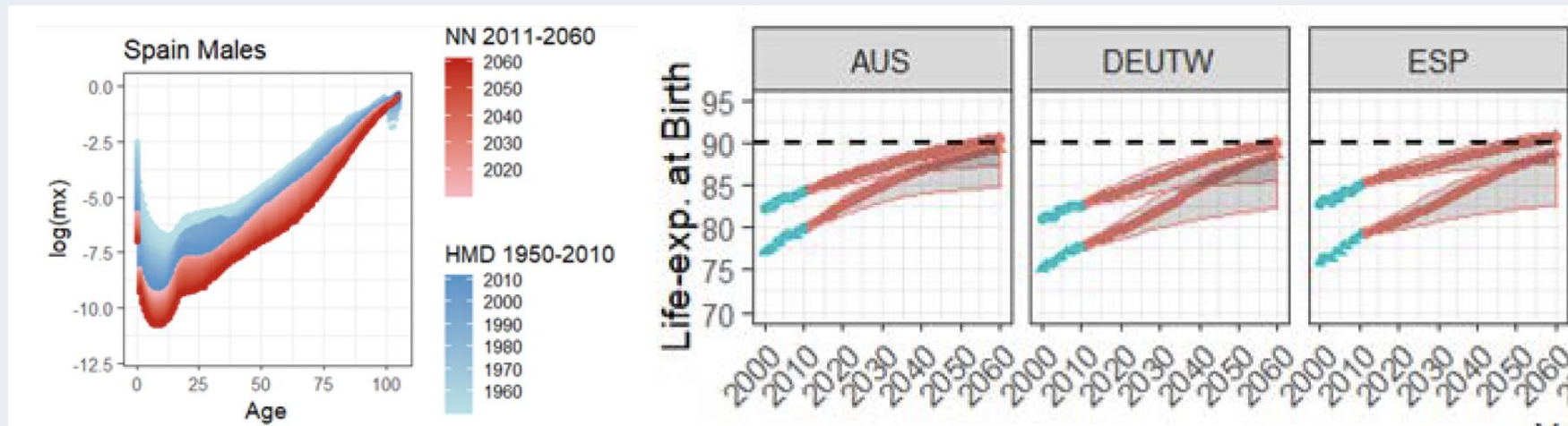
Лаб. № 33

зав. лаб.
д.т.н.
Дранко О.И.

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

Прогноз продолжительности жизни с помощью нейронной сети

1. К задаче прогнозированию повозрастных коэффициентов смертности применена искусственная нейронная сеть, позволившая учесть одновременно тренды мужской и женской смертности.
2. Полученная модель представляет самый точный прогноз повозрастных коэффициентов смертности в сравнении с аналогами, широко используемыми в демографии.
3. На основе прогноза повозрастных коэффициентов смертности рассчитаны ожидаемые продолжительности жизни в ряде стран до 2060 года, включая РФ где ожидаемая продолжительность жизни для женщин в 2050 составит 85 лет.



Лаб. № 38

зав. лаб.
чл.-корр. РАН
Галяев А.А.

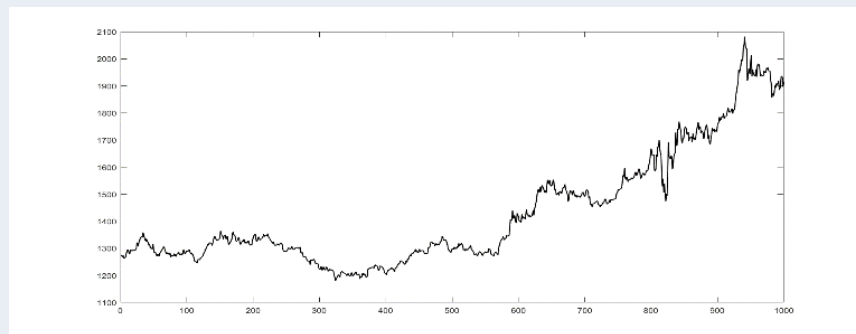
ответственные
исполнители:
г.н.с.
д.б.н
Михальский А.И.
м.н.с.
Горлицев В.П.

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

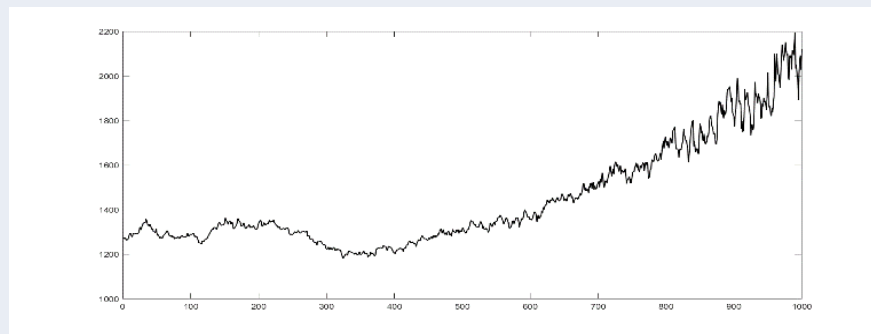
О некоторых свойствах суперрефлективных пространств Бесова

1. Получены явные выражения для модулей выпуклости и модулей гладкости пространств Бесова при всех возможных комбинациях параметров p, q, s для канонических норм. Эти результаты имеют фундаментальное значение в представлении управляющих функций по безусловным базисам из пространств Бесова. Пространства Бесова $B_{p,q}^s(\mathbb{R}^n)$ ($1 < p < \infty$, $1 < q < \infty$, $-\infty < s < +\infty$) образуют важнейший класс банаховых пространств, применяемых в задачах управления распределенными системами.
2. Обоснована корректная разрешимость задач:
 - итерационная минимизация функционалов;
 - построение дробно интегродифференциальных моделей для распределенных систем;
 - применение авторегрессионного моделирования для описания динамики финансовых индексов.

Представлены результаты авторегрессионного моделирования фьючерсов на золото за 2018-2020 годы, динамика поведения которых описывается функцией из пространства Бесова.



Эталон



Оценка

Лаб. № 40

зав. лаб.
К.Т.Н.
Пащенко А.Ф.


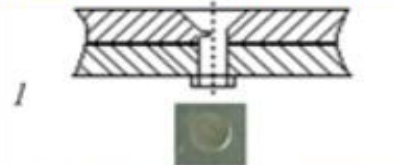

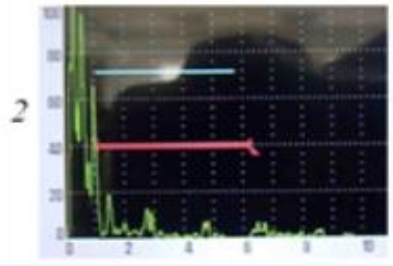


исполнитель:
С.Н.С.
к.ф.-м.н.
Агаджанов А.Н.

Секция 2. Управление социально-экономическими и медико-биологическими системами

Нейросетевые методы обработки данных неразрушающего контроля авиационных заклепочных соединений

1. Разработан вычислительный метод, алгоритм и программа на основе глубоких сверточных нейронных сетей для обнаружения и классификации дефектов, возникающих в заклепочных соединениях авиационной техники, по данным непрерывного видеопотока. При распознавании дефектов обеспечивается точность не ниже 97%.
2. Разработан вычислительный метод, алгоритм и программа распознавания дефектов по эхосигналам ультразвукового метода неразрушающего контроля авиационных изделий на основе глубоких рекуррентных нейронных сетей. Точность распознавания наличия дефектов составила 100% (в случае бинарной классификации), при этом точность при конкретизации класса (при 4-х классовом распознавании) - 96,25%.



| Иллюстрация внешних дефектов заклепок | Иллюстрация дефекта у основания шляпки заклепки и скан-экрана ультразвукового дефектоскопа |
|--|--|
|  |  |
|  |  |
|  | |
|  | |

Лаб. № 40

зав. лаб.

к.т.н.

Пащенко А.Ф.

Отв. исполнители:

г.н.с. лаб. № 40

д.т.н.

Амосов О.С.

с.н.с. лаб. № 80

к.т.н.

Амосова С.Г.

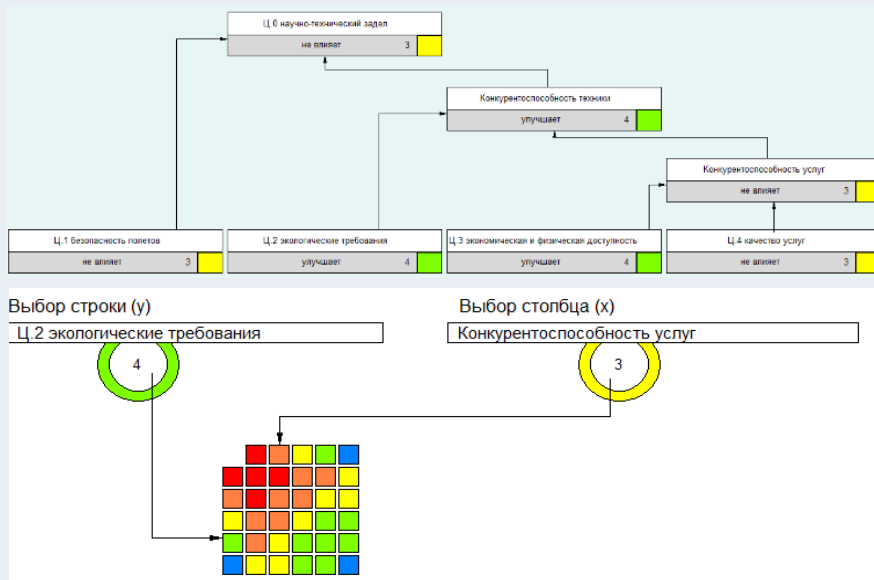
СЕКЦИЯ 2: Управления социально-экономическими и медико-биологическими системами

Методы анализа и синтеза механизмов комплексного оценивания

1. Предложен новый подход к представлению механизмов комплексного оценивания унитарным кодированием, позволивший решать задачи их анализа и синтеза на основе систем матричных уравнений.
2. Разработаны конструктивные вычислительные процедуры синтеза реализующих и аппроксимирующих механизмов комплексного оценивания по обучающим наборам данных.
3. Предложенный подход позволяет расширить сферу практического применения механизмов комплексного оценивания и получить принципиально новые теоретические результаты в ряде традиционных областей, таких как исследование класса неповторных булевых функций.

Лаб. № 57

зав. лаб.
Д.Т.Н.
Коргин Н.А.



$$\tilde{f}(\tilde{k}) = \tilde{A}\tilde{B}\tilde{x}\tilde{y}\tilde{C}\tilde{z}\tilde{w}$$

$$\begin{pmatrix} y^0(q^i) \\ y^1(q^i) \end{pmatrix}^T \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} a_{00}^0 \\ a_{00}^1 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} a_{10}^0 \\ a_{10}^1 \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} a_{01}^0 \\ a_{01}^1 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} a_{11}^0 \\ a_{11}^1 \end{pmatrix} \end{bmatrix} \begin{pmatrix} x^0(q^i) \\ x^1(q^i) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} K^0(q^i) \\ K^1(q^i) \end{pmatrix}$$

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

Управление экономической динамикой и стимулирование экономического роста

1. Выявлены основные направления совершенствования механизмов инвестирования в реконструкцию и модернизацию.
2. Предложена методика оценки прямых эффектов от инвестирования в различные звенья производственной цепочки, основанная на расчете мультипликаторов:
 - определение «слабых» звеньев;
 - оценка объема инвестиций по направлениям реконструкции и модернизации с учетом их прогнозной эффективности;
 - оценка объема инвестиций в смежные и сопряженные производственные процессы с целью организации бесперебойного функционирования предприятия;
 - выявление потребностей системного повышения квалификации и перепрофилирования персонала с целью более эффективного управления инвестициями в человеческие ресурсы;
 - разработка системного механизма распределения инвестиций для достижения ключевых целей компании.

| Models | R ² |
|---|----------------|
| $\Delta \hat{Y} = 357,51^* + 2,13^{***} \Delta K$ | 0,70 |
| $\Delta \hat{Y} = 2,334^{***} \Delta K$ | 0,69 |
| $\Delta \hat{Y} = 585,34^{***} + 8,44^{***} \Delta I^m$ | 0,84 |
| $\Delta \hat{Y} = 497,07^{**} + 4,497^{***} \Delta I^e$ | 0,64 |

* коэффициент регрессии значим на уровне значимости 0,1;

** коэффициент регрессии значим на уровне значимости 0,05;

*** коэффициент регрессии значим на уровне значимости 0,01.



График приращения ВВП ($\Delta \hat{Y}(\Delta I^m)$) и инвестиций в модернизацию и реконструкцию (ΔI^m), иллюстрирующий эффект мультипликатора

Лаб. № 67

зав. лаб.

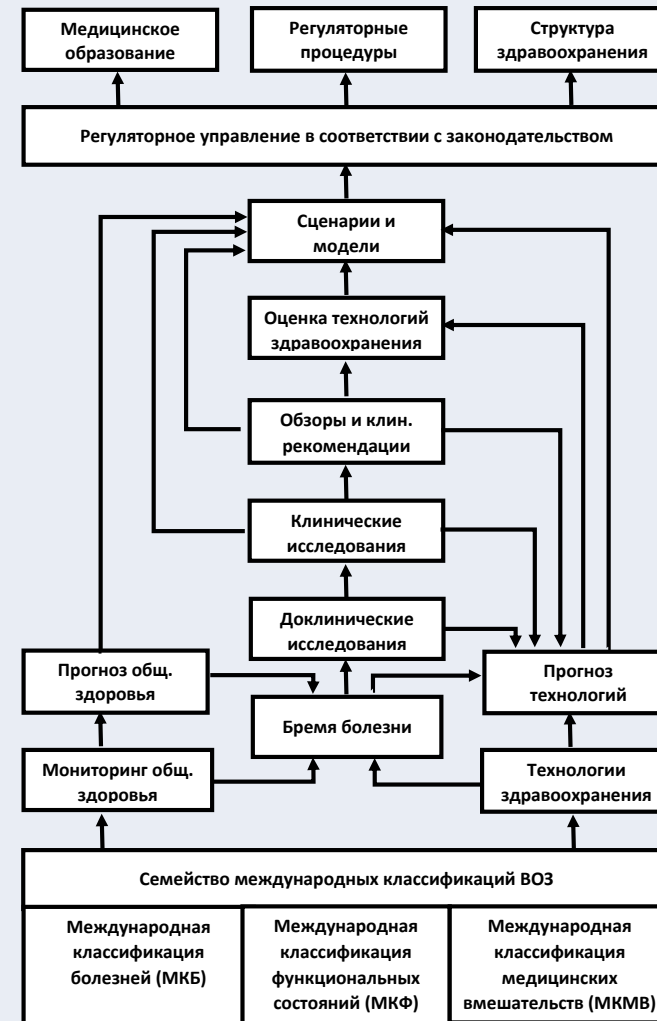
Д.Э.Н.

Нижегородцев Р.М.

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

Структурная модель формирования доказательной базы экспертной поддержки управленческих решений в здравоохранении

1. Проведено трехэтапное исследование по методу Delphi.
2. Предложена структурная модель формирования доказательных данных поддержки принятия решения в здравоохранении.
3. Модель представлена и одобрена на ряде международных встреч и использована при подготовке проекта резолюции ВОЗ «Интеграция и взаимодействие в области разработки руководящих принципов по проведению исследований с целью улучшения здоровья населения», которая должна быть рассмотрена на 74 Всемирной ассамблее здравоохранения в Женеве.



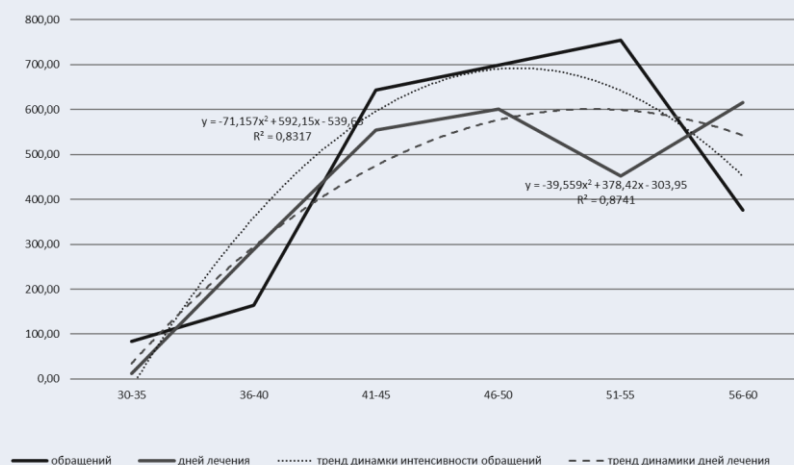
Лаб. № 81

зав. лаб.
Д.М.Н.
Мешков Д.О.

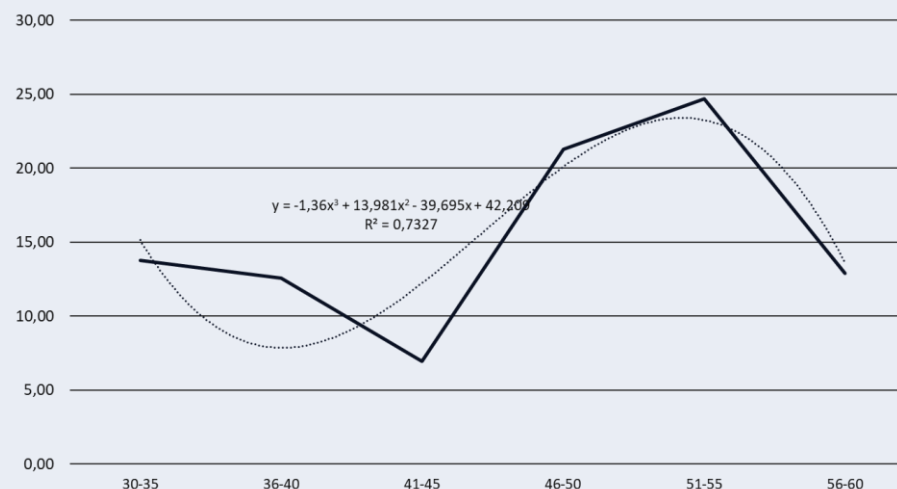
СЕКЦИЯ 2: Управление социально-экономическими и медико-биологическими системами

Планирование объемов медицинской помощи

1. Обоснована технология планирования на основании данных о гендерных и возрастных различиях в объемах потребления медицинской помощи.
2. Получены новые данные о существовании иерархической структуры факторов риска общественного здоровья.
3. Расширены представления о значимости социальных детерминант здоровья, дополняющие теорию формирования общественного здоровья .



Зависимость интенсивности амбулаторных посещений женщинами по ЗНО молочной железы от возраста



Зависимость интенсивности амбулаторных посещений женщинами по ЗНО крови от возраста

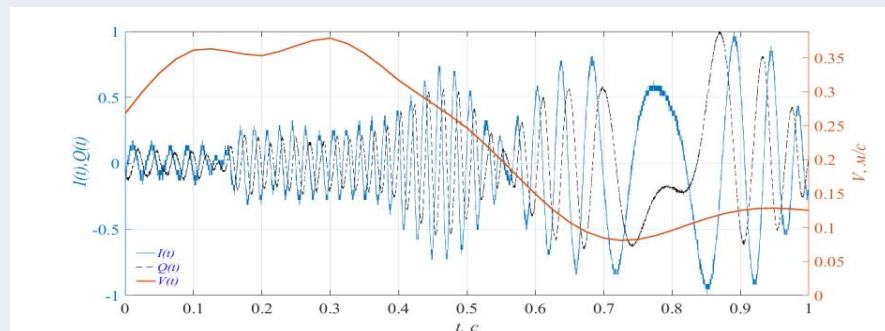
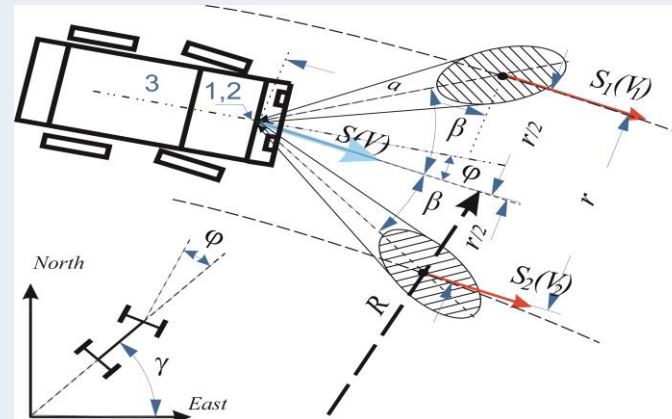
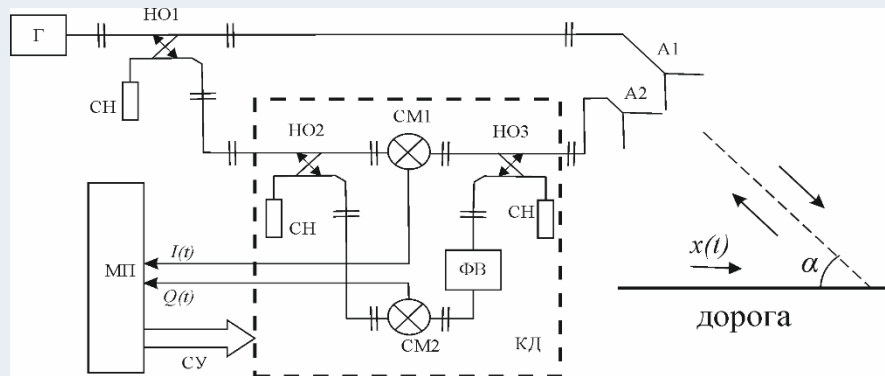
Лаб. № 81

зав. лаб.
Д.М.Н.
Мешков Д.О.

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

Методы радиоволнового измерения путевой скорости и перемещения для точного позиционирования транспортных средств

1. Разработаны способы измерения путевой скорости и перемещения для наземного транспорта и с помощью доплеровских СВЧ датчиков с квадратурным преобразованием принятого сигнала.
2. На основе СВЧ датчиков перемещения составлен алгоритм вычисления вектора перемещения наземного объекта и использования этих данных для автономного позиционирования.



$$x_{ni} = L_1 \sin \phi_1 + L_2 \sin(2\phi_1 + \phi_2) + \dots$$

$$+ L_{i-1} \sin(2\phi_1 + 2\phi_2 + \dots + \phi_{i-1})$$

$$x_{ei} = L_1 \cos \phi_1 + L_2 \cos(2\phi_1 + \phi_2) + \dots$$

$$+ L_{i-1} \cos(2\phi_1 + 2\phi_2 + \dots + \phi_{i-1})$$

Лаб. № 2

зав. лаб.
Д.Т.Н.
Касимов А. М.

исполнитель:
С.Н.С.
К.Т.Н
Хаблов Д.В.

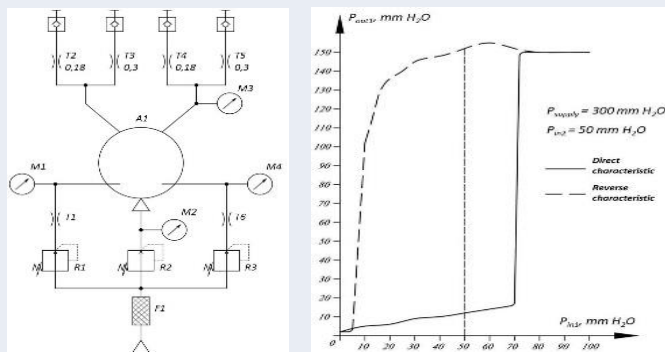
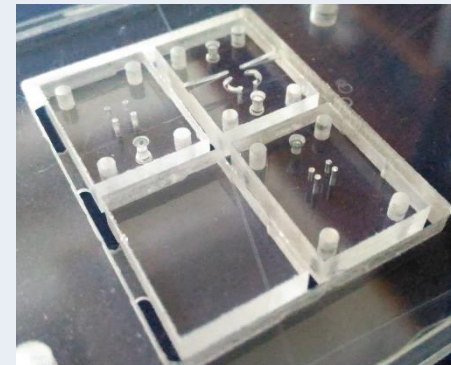
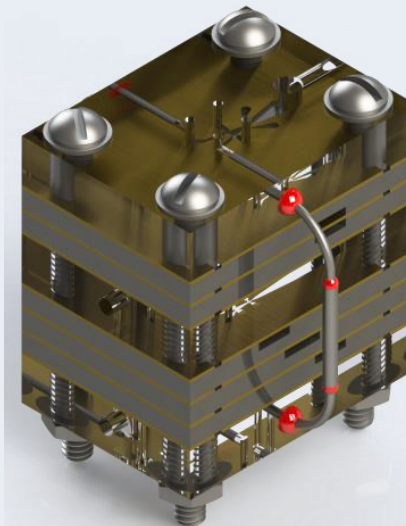
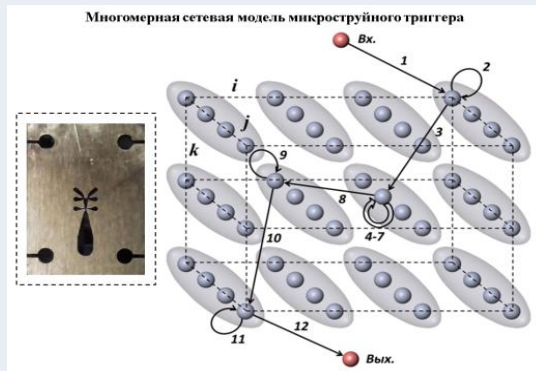
СЕКЦИЯ 3: Технические и программные средства управления, контроля и измерения

Технические средства для систем управления, работоспособных в экстремальных условиях окружающей среды

1. Разработана многомерная сетевая модель и экспериментальный стенд для анализа конструкции и исследования передаточных характеристик микроструйного триггера.
2. На основе результатов моделирования и исследования микроструйного триггера разработана конструкция генератора для исследования предельных частотных характеристик элементарных струйных модулей с каналом питания 100 мкм. Изготовлены детали генератора с коммутационными отверстиями и каналами 500 мкм.

Лаб. № 2

зав. лаб.
Д.Т.Н.
Касимов А. М.



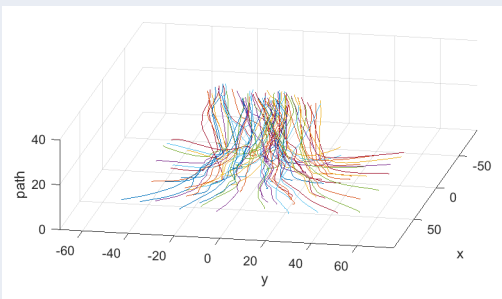
СЕКЦИЯ 3: Технические и программные средства управления, контроля и измерения

Методы и средства группового управления

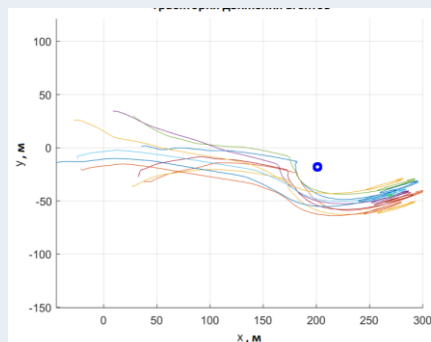
1. Разработана модель стайного движения группы мобильных агентов в среде с динамическими препятствиями.
2. Исследована устойчивость механизма агрегации, поддержания сплоченности группы при перемещении цели.
3. Исследованы условия фрагментации стаи при движении к общей цели.

Применение:

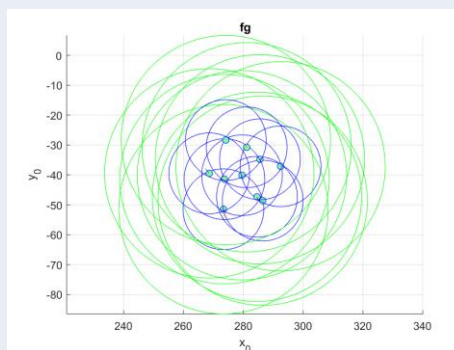
- в алгоритмах управления автономными транспортными средствами
- в управлении трафиком



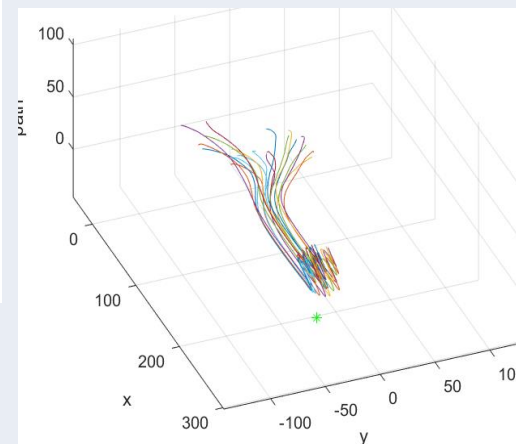
Агрегация стаи (80 агентов)



Обход препятствия группой



Профиль стаи в плоскости, перпендикулярной пути



Движение к цели.
Стабилизация группы.

Лаб. № 3

зав. лаб.
К.Т.Н.
Браништов С.А.

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

Оптимальная политика управления системой массового обслуживания с большим числом неоднородных приборов

1. Получены эвристические выражения для вычисления пороговых политик управления включением медленных приборов с целью минимизации средних потерь, например, в виде энергопотребления.
2. Подтверждена эффективность использования динамического программирования для тренировки искусственных многослойных нейронных сетей с целью оценки значений оптимальных порогов.
3. Получены верхняя и нижняя границы для среднего времени пребывания заявки в системе с использованием аппроксимации через одномерный марковский процесс.

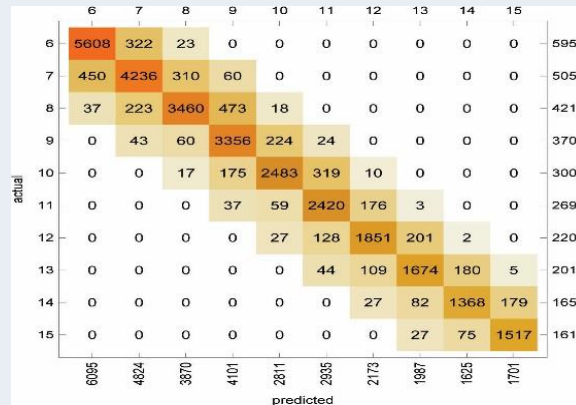


Рис. 1. Матрица неточностей при оценке оптимального порога включения одного из приборов

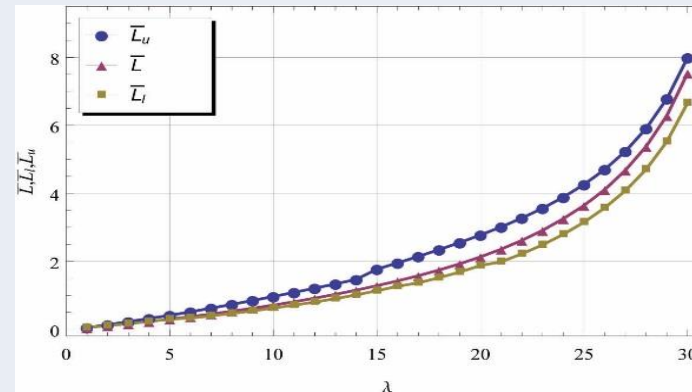


Рис. 2. Среднее время пребывания заявки вместе с верхней и нижней границами

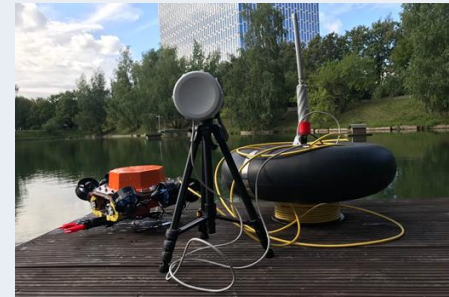
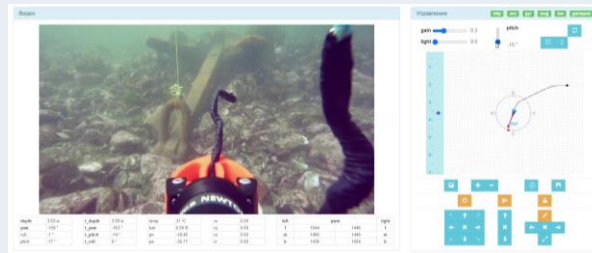
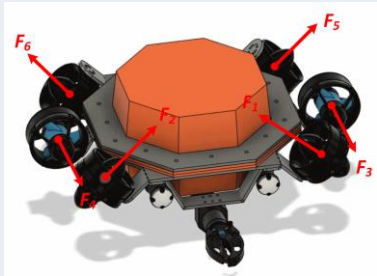
Лаб. № 17

зав. лаб.
Д.Т.Н.
Фархадов М.П.

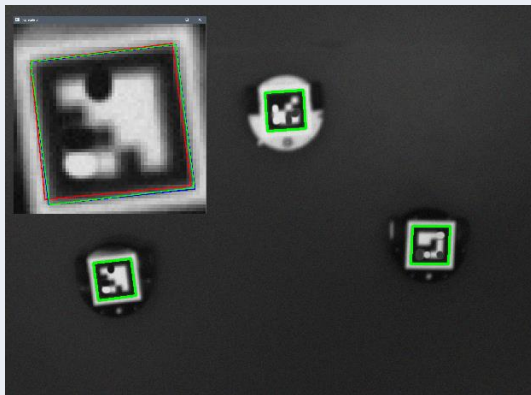
СЕКЦИЯ 3: Технические и программные средства управления, контроля и измерения

Телеуправляемый необитаемый подводный аппарат

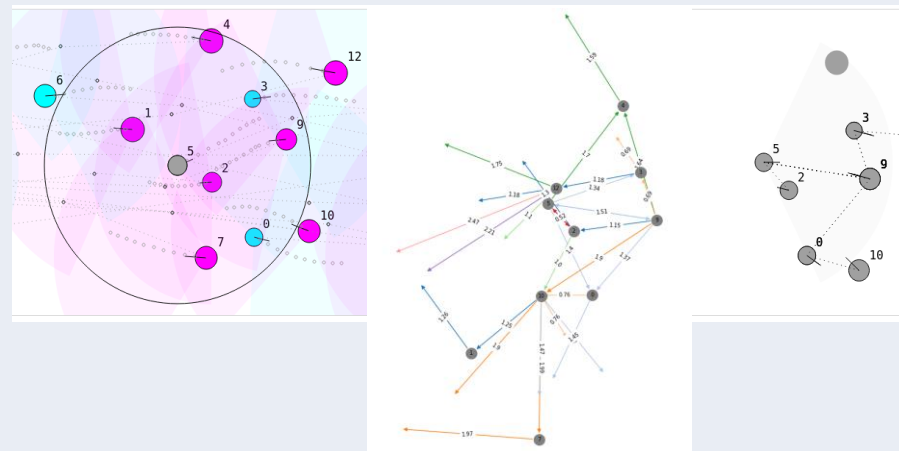
1. Программно-аппаратная реализация ТНПА “Водяной-1” с возможностью удержания углов ориентации во время движения.



2. Разработка системы визуального позиционирования мобильных роботов на основе графических меток с возможностью автоматического дистанционного управления.



3. Алгоритм уклонения на основе сетевой модели локального позиционирования при движении в толпе по встречным потокам в условиях неточных показаний дальномеров.



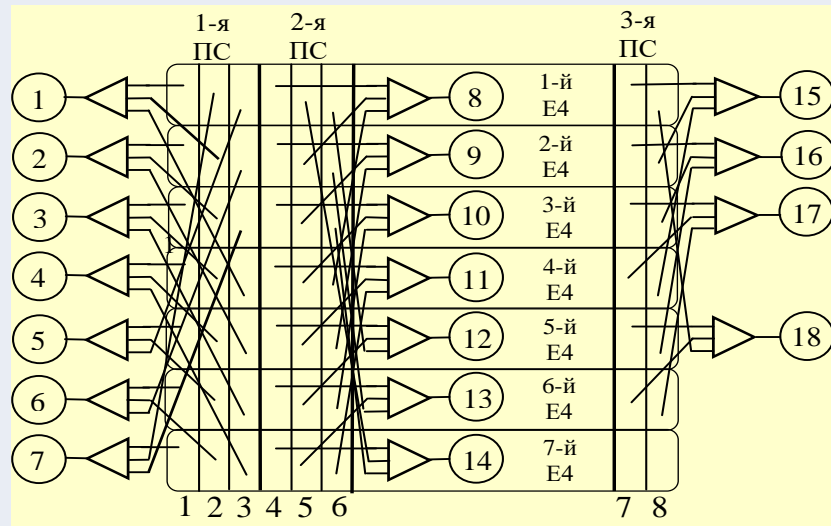
Лаб. № 17

зав. лаб.
Д.Т.Н.
Фархадов М.П.

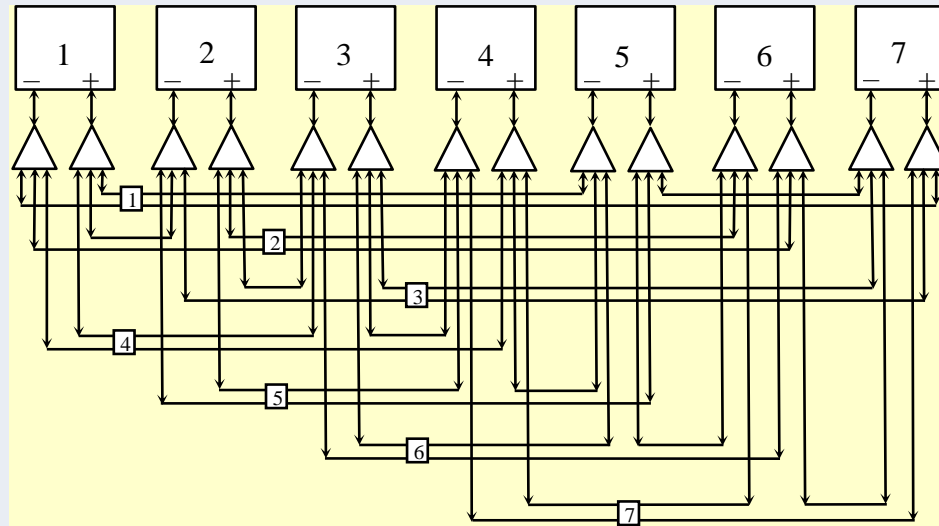
СЕКЦИЯ 3: Технические и программные средства управления, контроля и измерения

Оптимальные отказоустойчивые многомерные торы в расширенном схемном базисе

1. Разработана методика максимизации числа абонентов и минимизации диаметров системных сетей в виде многомерных торов посредством использования метода инвариантного расширения сетей на основе топологии квазиполных графов.
2. Характеристики оптимальных по числу узлов и диаметру торов улучшаются в разы по сравнению с традиционными торами.
3. Полученные характеристики системных сетей в виде многомерных торов позволяют существенно поднять их масштабируемость, быстродействие и отказоустойчивость.



Расширение 8-портового маршрутизатора в 18-портовый маршрутизатор



Мультикольцо на 7 узлов с минимальным диаметром.

Лаб. № 27

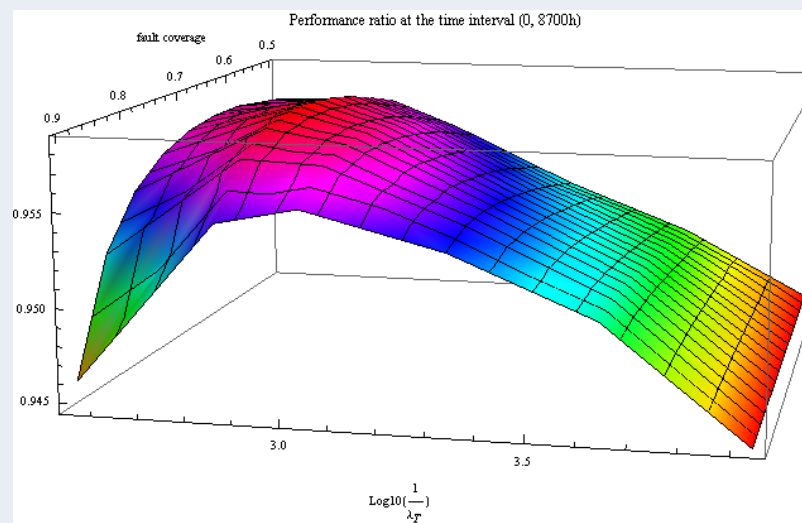
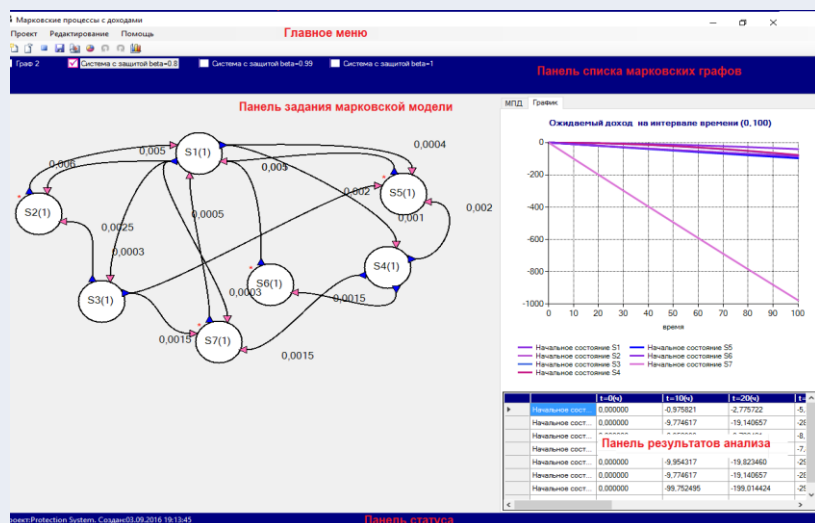
зав. лаб.
Д.Т.Н.
Каравай М.Ф.

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

Моделирование надежности многоуровневых систем

1. Развита методика марковского надежностного моделирования на класс многоуровневых систем с использованием процессов с доходами. Разработаны виды матрицы доходов для вычисления единообразным способом практически любых надежностных показателей, в том числе коэффициента сохранения эффективности на заданном интервале, моментов любого порядка времени пребывания в классе состояний. Создано программное обеспечение метода, позволяющее проводить параметрические исследования и удовлетворяющее требованиям коммерческого программного продукта для проектных расчетов.
2. Развита методология логико-вероятностного моделирования надежности. Предложенные методы вычисления показателей основываются на немонотонных логических моделях и интегральном выражении для математического ожидания интервального «дохода»

$$E(0,t) = \sum_i \int_0^t Pr_i(\tau) h_i d\tau + \sum_{i,j} \int_0^t \omega_{i,j}(\tau) h_{i,j} d\tau.$$



Лаб. № 27

зав. лаб.

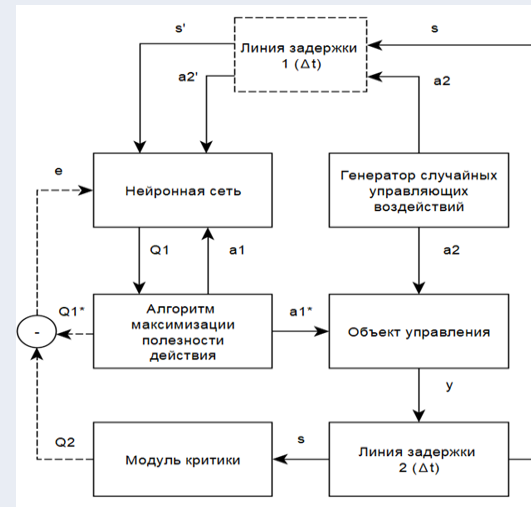
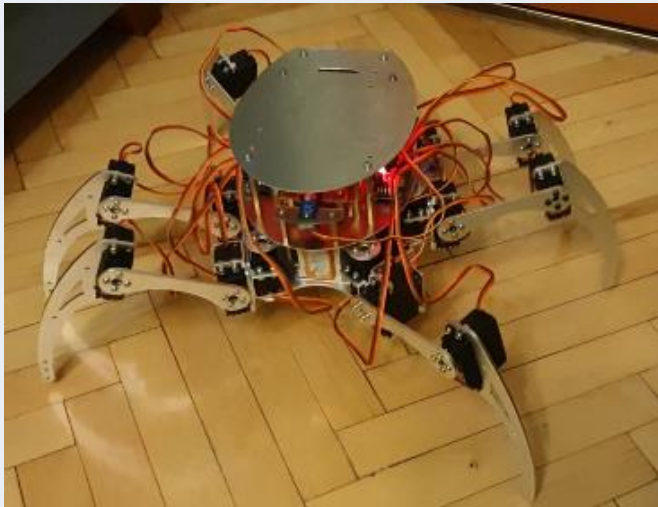
Д. Т. Н.

Каравай М.Ф.

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

Аппаратное и программно-алгоритмическое обеспечение автономных мобильных роботов

1. Разработано аппаратно-программное обеспечение многозвенного шагающего робота.
2. Разработано аппаратно-программное обеспечение многоцелевой системы управления мобильными роботами.
3. Программно реализован алгоритм нейросетевой визуальной одометрии для оценки перемещений мобильных роботов.



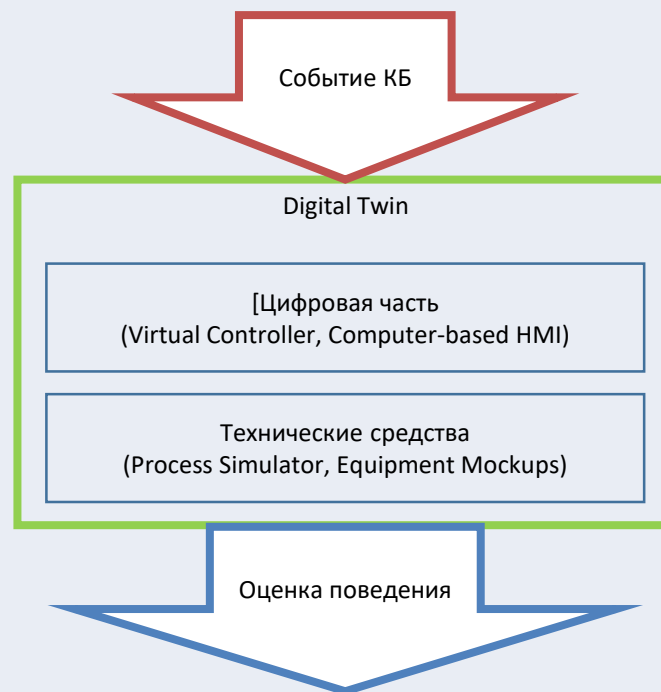
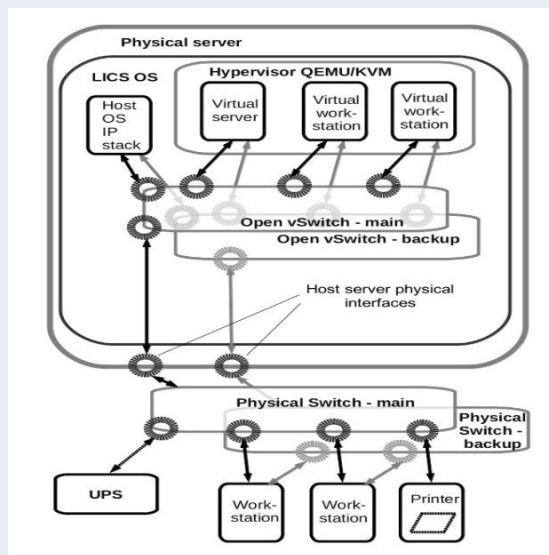
Лаб. № 29

зав. лаб.
К.Т.Н.
Легович Ю.С.

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

Цифровой двойник и обеспечение кибербезопасности АСУ ТП АЭС

1. Разработан цифровой двойник системы верхнего блочного уровня (СВБУ) АЭС. Двойник состоит из более чем 50 виртуальных машин, соединенных виртуальной резервированной сетью. Структура связей и состав ПО аналогичен реальному объекту. Двойник функционирует в среде KVM/QEMU.
2. Виртуальный двойник использовался для апробации сценариев атак при оценке рисков кибербезопасности и обоснования мер кибербезопасности СВБУ АЭС. Состав меры кибербезопасности соответствует требованиям стандарта МЭК 63096. Для защиты целостности применена технология IMA/EVM.



Лаб. № 31

зав. лаб.
Д.Т.Н.
Полетыкин А.Г.

ответственный
исполнитель:
В.Н.С.
к.ф.-м.н.
Промыслов В.Г.

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

Теоретические основы проектирования широкополосных беспроводных сетей нового поколения

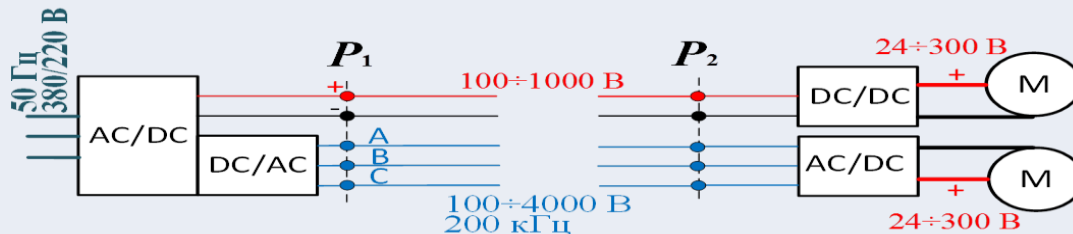
1. Разработан комплекс моделей теории очередей для оценки характеристик производительности широкополосных беспроводных сетей.
2. Разработана иерархическая архитектура сетей связи на базе привязной высотной беспилотной платформы, являющейся центром координации и управлением роem БПЛА, обеспечивающих эффективное функционирование наземных абонентов и повышенную пропускную способность по сравнению с известными подходами.
3. Разработан комплекс математических моделей, алгоритмов и программ для сравнительного анализа и выбора оптимального варианта реализации структуры системы передачи энергии земля-борт большой мощности.

Лаб. № 69

зав. лаб.

Д.Т.Н.

Вишневский В.М.



Уравнения Хевисайда для длинной линии:

$$\frac{\partial}{\partial x} U(x, t) = -L \frac{\partial}{\partial t} I(x, t) - rI(x, t)$$

$$\frac{\partial}{\partial x} I(x, t) = -C \frac{\partial}{\partial t} U(x, t) - gU(x, t)$$

L – индуктивность единицы длины линии

C – емкость единицы длины линии

r – сопротивление единицы длины линии

g – проводимость изоляции единицы длины линии



Зависимость массы кабель-троса от мощности передаваемой энергии в линии Земля-Борт

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

Робототехнический комплекс на базе привязной высотной беспилотной платформы «Альбатрос»

1. Разработана архитектура и аппаратно-программные средства мобильной привязной высотной беспилотной платформы нового поколения, имеющей обширное применение как в гражданских, так и оборонных отраслях. Разработанная платформа демонстрировалась на Международном форуме «Армия-2020».
2. Совместно с НПО «Андроидная техника» разработан уникальный робототехнический комплекс, включающий колесный (гусеничный) наземный робот «Маркер» и интегрированную с ним привязную беспилотную платформу «Альбатрос». В октябре 2020 г. прошли успешные испытания нового робототехнического комплекса в г. Магнитогорск на полигоне НПО «Андроидная техника».



Лаб. № 69

зав. лаб.

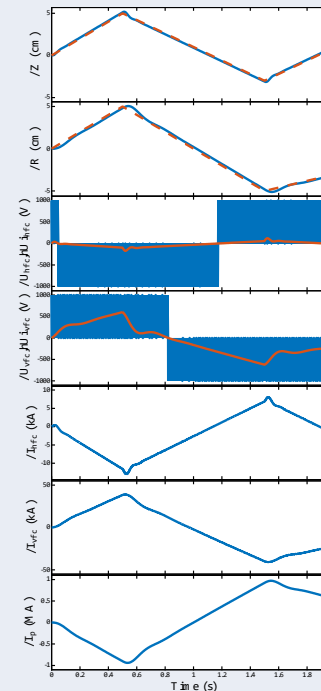
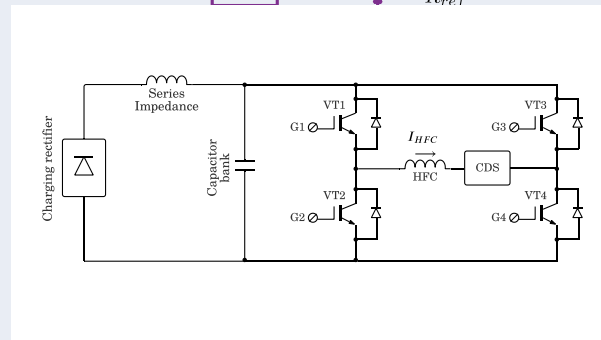
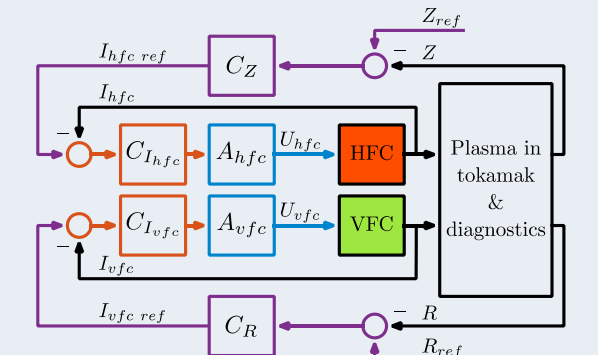
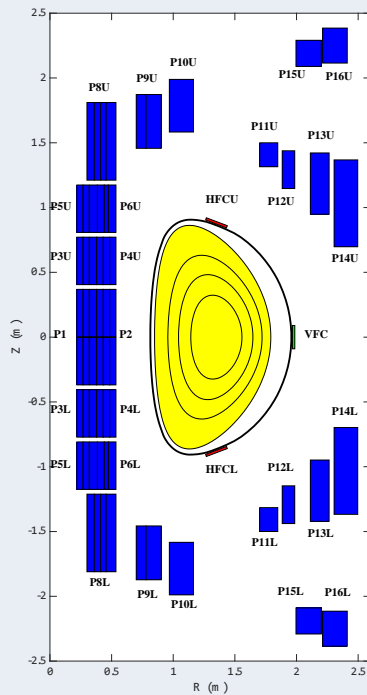
Д.Т.Н.

Вишневский В.М.

СЕКЦИЯ 4: Управление производственными процессами в промышленности и энергетике

Новые робастные системы управления положением плазмы в токаме ИГНИТОР

1. Разработана полоидальная система с оптимизированными по положению катушками HFC и VFC токамака ИГНИТОР.
2. Разработаны децентрализованные каскадные робастные системы управления вертикальным и горизонтальным положением плазмы, синтезированные методом H_{inf} оптимизации и LMI.
3. Получены результаты моделирования замкнутых систем управления с инверторами напряжения в режиме ШИМ – исполнительными устройствами.



Лаб. № 41

зав. лаб.
Д.Т.Н.
Бахтадзе Н.Н.

ответственный
исполнитель:
Г.Н.С.
Д.Т.Н.
Митришкин Ю.В.

СЕКЦИЯ 4: Управление производственными процессами в промышленности и энергетике

Имитационная платформа реального времени на двух компьютерах Speedgoat для решения задач магнитного управления плазмой в токамаке ГЛОБУС-М2

- Внедрение на платформе линейных моделей плазмы и контуров управления положением плазмы и токами в обмотках полоидального поля
- Внедрение моделей исполнительных устройств: инверторов тока в автоколебательном режиме и многофазных тиристорных выпрямителей
- Внедрение алгоритмов восстановления равновесия плазмы
- Решение задачи идентификации тока и формы плазмы
- Внедрение робастных систем управления формой плазмы, синтезированных методом H_∞ оптимизации и LMI с согласованием контуров управления положением и формой плазмы
- Освоение переключения регулятора тока и формы плазмы с внутренней модели на внешнюю модель на диверторной фазе разряда
- Выработка требований к 3-му компьютеру Speedgoat для установки на токамак Глобус-М2



Лаб. № 41

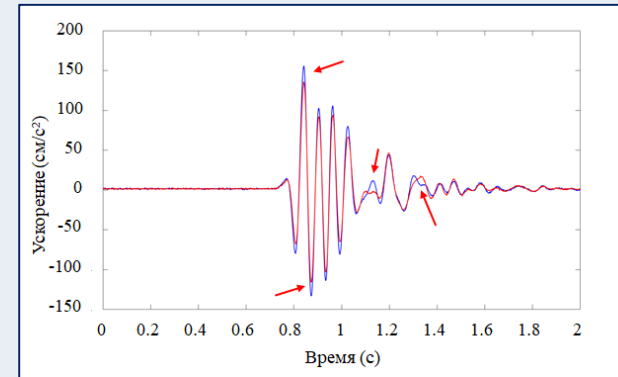
зав. лаб.
Д.Т.Н.
Бахтадзе Н.Н.

ответственный
исполнитель:
Г.Н.С.
Д.Т.Н.
Митришкин Ю.В.

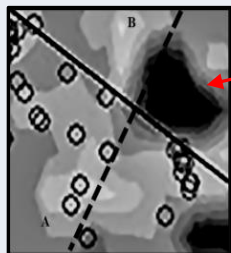
СЕКЦИЯ 4: Управление производственными процессами в промышленности и энергетике

Метод идентификации нештатных ситуаций при исследовании динамики производственных процессов

Разработан метод идентификации нештатных ситуаций при исследовании динамики производственных процессов, основанный на получении достоверных оценок схожести пар числовых строк цифровых портретов производственных ситуаций. Метод продемонстрировал существенно более высокую эффективность по сравнению с применением канонического корреляционного анализа. Метод может быть также применен для распознавания дефектов различных классов при оценке качества выпускаемой продукции (в промышленном производстве и металлургии).



Кластерный алгоритм решения больших систем уравнений



*Кластерный алгоритм
4000 измерений*



*Метод Ланцоша
44000 измерений*

Для обработки однородных (повторяющихся) данных мониторинга технологических процессов разработан кластерный алгоритм решения систем линейных уравнений. Алгоритм идентифицирует неизвестную однородную структуру значительно эффективнее, чем алгоритмы оптимизации (генетический и меметический) и классический метод Ланцоша. Продemonстрировано также успешное применение алгоритма для идентификации плоскостей разломов и трещин, расположенных в прибрежной зоне, что особенно важно для безопасного функционирования объектов промышленности и энергетики.

Лаб. № 41

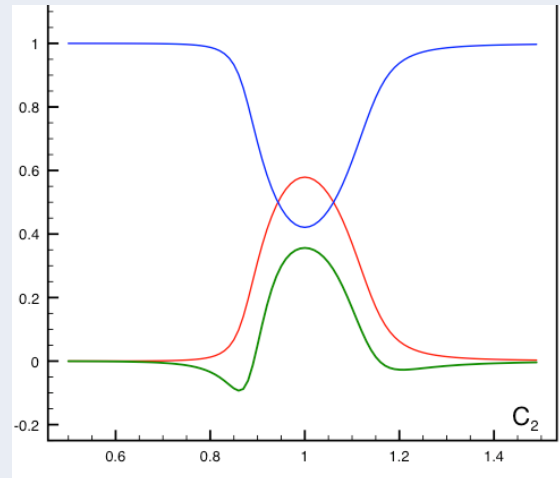
зав. лаб.
Д.Т.Н.
Бахтадзе Н.Н.

ответственный
исполнитель:
С.Н.С.
К.Т.Н.
Смагличенко А.В.

СЕКЦИЯ 4: Управление производственными процессами в промышленности и энергетике

Спектральные разложения решений уравнений Ляпунова

1. Предложены альтернативные определения факторов участия в модальном анализе, которые совмещают формализм усреднения по неопределённому набору начальных условий и новую концепцию модальной энергии.
2. Интерпретация новых показателей на основе концепции «энергии» исключает негативные или комплексные меры и позволяет учитывать произвольные распределения начальных условий.
3. Получены и исследованы сепарабельные спектральные разложения решений обобщенных уравнений Ляпунова для дискретных билинейных динамических систем. (совместно с лаб. 41).
4. Разработан метод и итеративные спектральные алгоритмы разложения решений обобщенного уравнения Ляпунова для класса непрерывных нестационарных линейных систем с переменной матрицей динамики.



Лаб. № 82

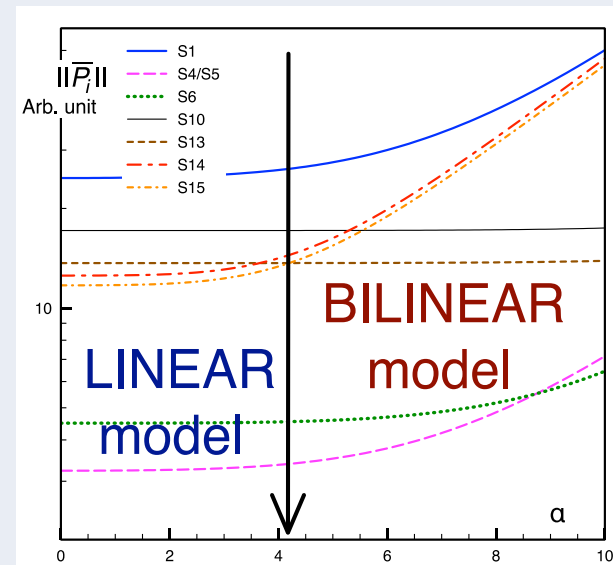
зав. лаб.
к.ф.-м.н.
Искаков А.Б.

ответственный
исполнитель:
г.н.с.
д.т.н.
Ядыкин И.Б.

СЕКЦИЯ 4: Управление производственными процессами в промышленности и энергетике

Анализ устойчивости и управление в электроэнергетических системах (ЭЭС)

1. Разработан метод и алгоритмы вычисления индексов устойчивости систем энергоснабжения промышленных предприятий на основе использования ассоциативного поиска, вейвлетов, и грамианов (совместно с лаб. 41).
2. Предложено улучшение линейно-квадратичного метода оптимального подавления межрайонных колебаний в электрической сети на основе использования спектральных разложений грамианов.
3. Спектральные разложения функций Ляпунова применены для анализа поведения билинейной модели ЭЭС. Они позволяют определить область применимости линейной модели и выявить доминирующие собственные моды при анализе переходной устойчивости (см. рис.).



Лаб. № 82

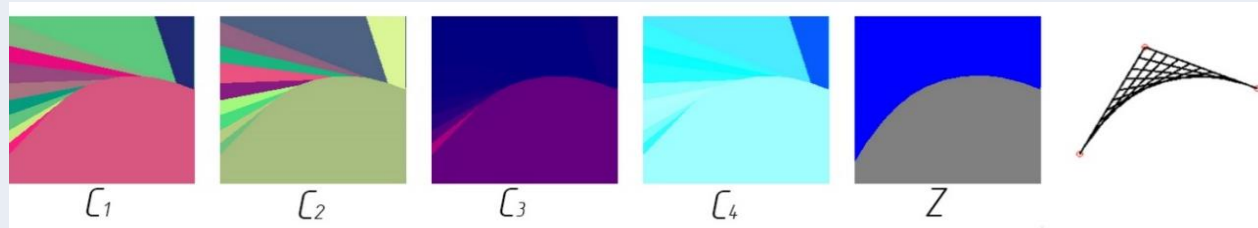
зав. лаб.
к.ф.-м.н.
Искаков А.Б.

ответственный
исполнитель:
Г.Н.С.
Д.Т.Н.
Ядыкин И.Б.

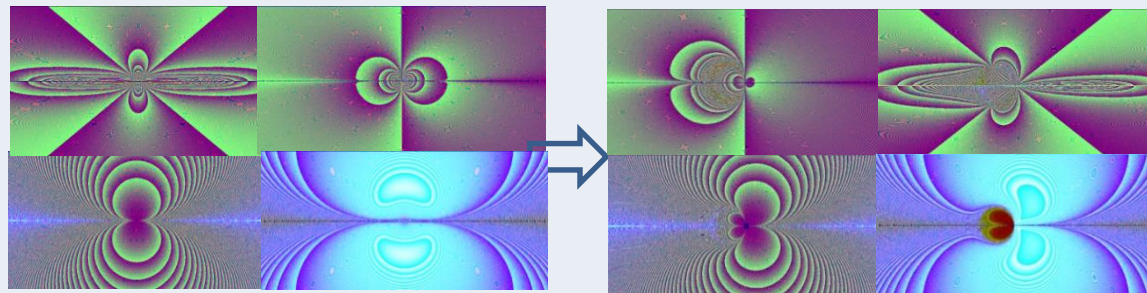
СЕКЦИЯ 6: Информационные системы управления и обработки данных

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

1. Предложены подходы к решению задачи построения функциональной области кривой Безье в качестве ФВ-модели посредством РФВ-моделирования (R-функционального моделирования на функционально-воксельном подходе).



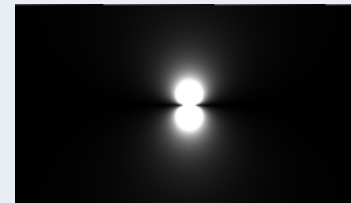
2. По аналогии с пространственным преобразованием координат разработан способ преобразований локальных геометрических характеристик локальной функции для функционально-воксельной модели. Получены сдвиг функции, её поворот и масштабирование.



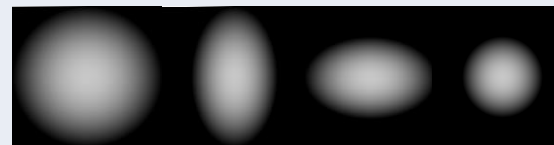
Исходная ФВ-модель функции

Сдвинутая по оси Ox ФВ-модель

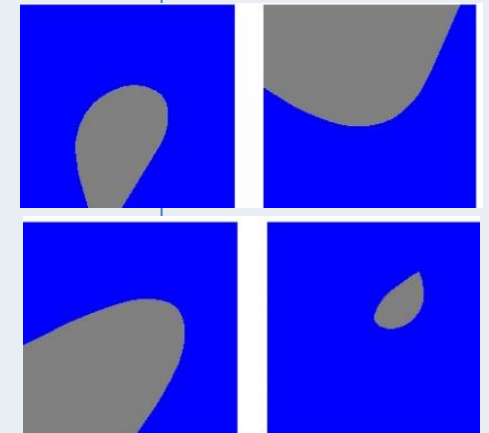
Полутонное изображение функции



Масштабирование функции круга



Результаты построения сплайн-области



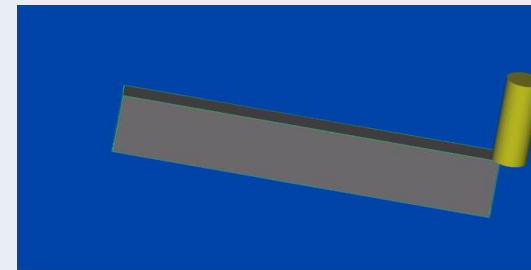
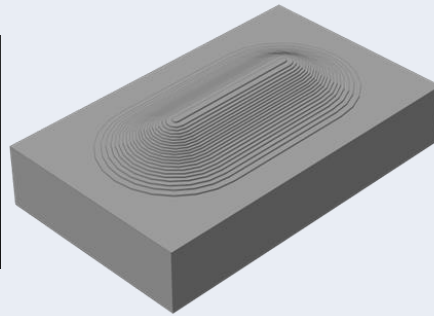
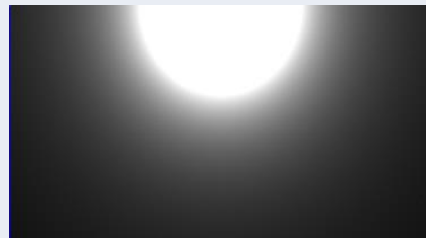
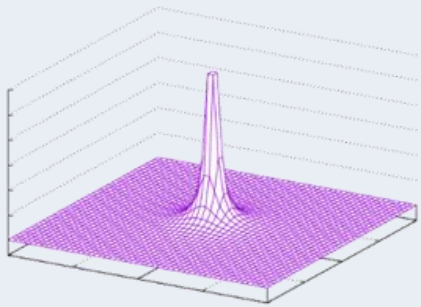
Лаб. № 18

зав. лаб.
Д.Т.Н.
Толок А.В.

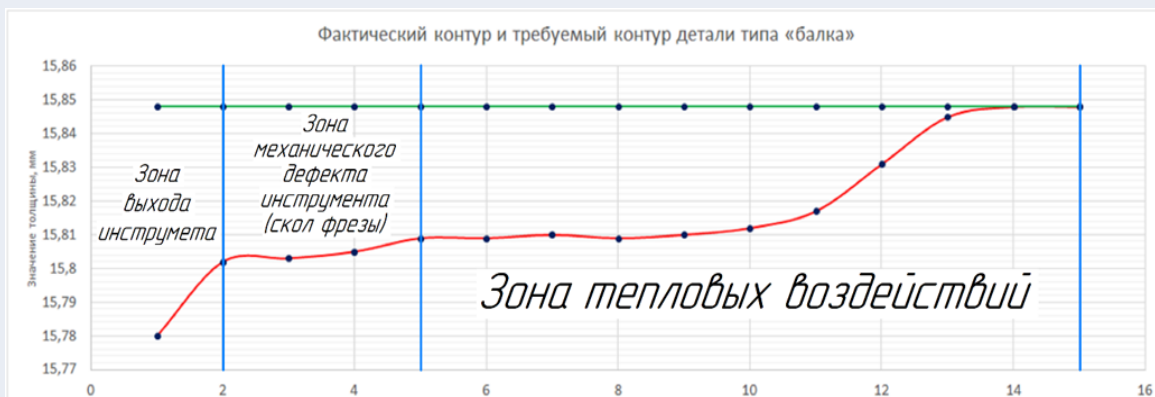
СЕКЦИЯ 6: Информационные системы управления и обработки данных

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

Практически обоснованы принципы моделирования теплового напряжения и геометрического расширения тела методом ФВ-моделирования. Проведены лабораторные испытания на предприятии АО НПО им. С. А. Лавочкина на соответствие изменяемой геометрии после натурального нагрева от механической обработки прямолинейного тела.



Закон распределения тепла



ФВ-модель теплового расширения

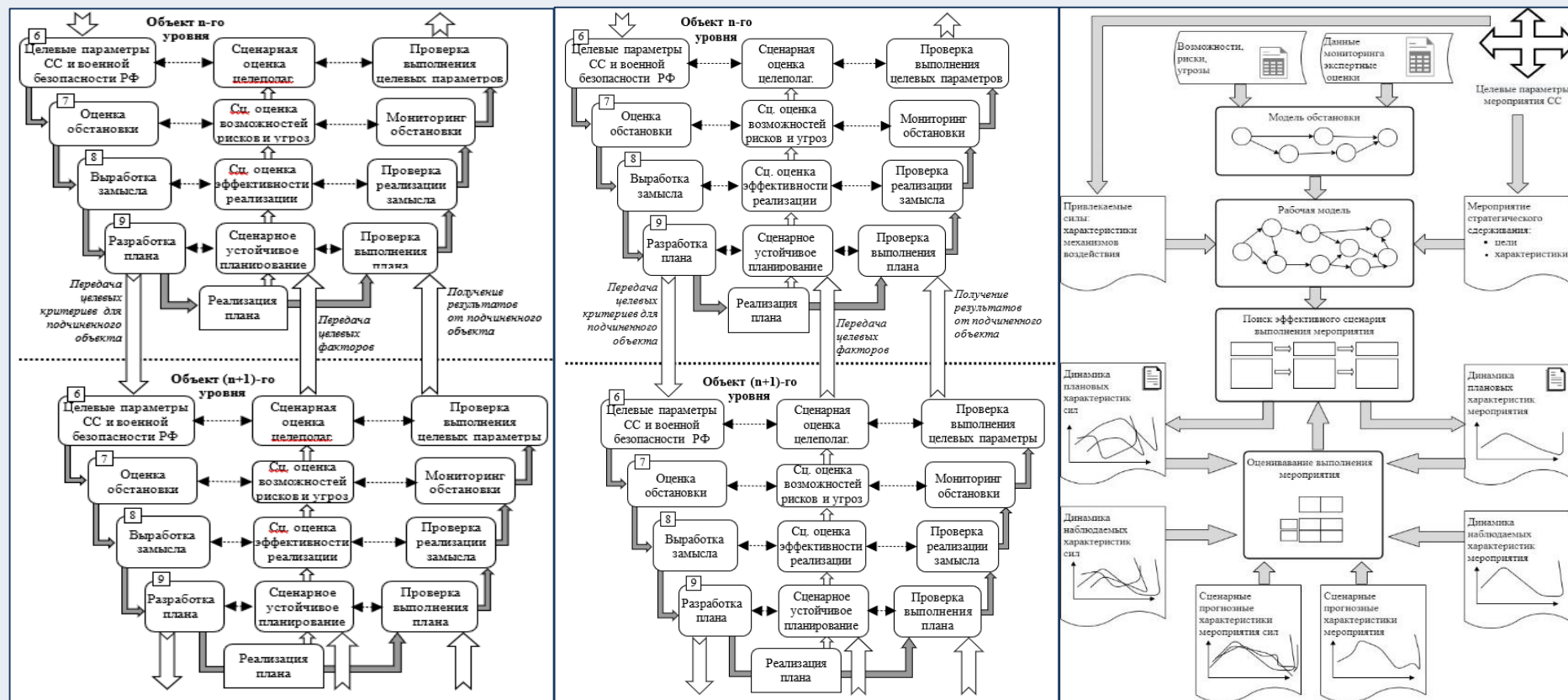
Лаб. № 18

зав. лаб.
Д.Т.Н.
Толок А.В.

СЕКЦИЯ 6: Информационные системы управления и обработки данных

Разработка сценарной модели жизненного цикла целеполагания, планирования и децентрализованного группового управления сложными системами

1. Разработана комплексная W-образная модель жизненного цикла процесса децентрализованного управления на основе концепции сценарного анализа и прогнозирования.
2. Разработка сценария осуществления мероприятия для выбранного объекта управления предполагает одновременную разработку целевых установок в форме координирующих сценариев для подчиненных объектов иерархической модели управления.



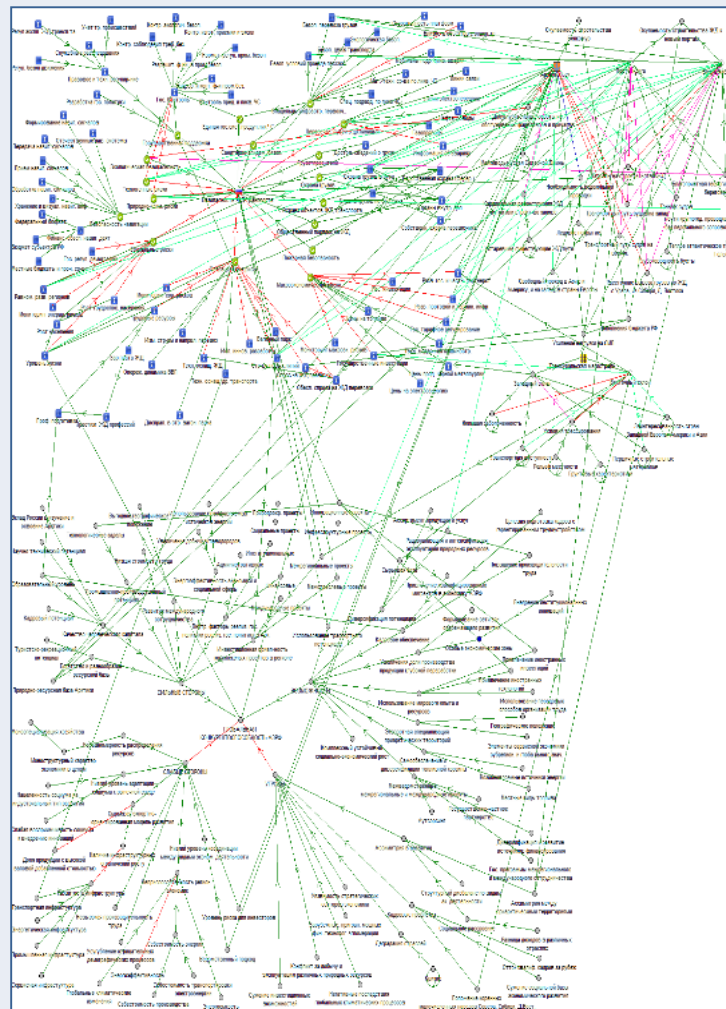
Лаб. № 20

зав. лаб.
К.Т.Н.
Чернов И.В.

СЕКЦИЯ 6: Информационные системы управления и обработки данных

Сценарный анализ проблем обеспечения комплексной безопасности Арктической зоны РФ, анализ угроз и структурных уязвимостей объектов при развитии инфраструктуры

1. Разработана базовая интегрированная многофакторная модель развития транспортной инфраструктуры АЗРФ, состоящая из трех взаимосвязанных моделей:
 - анализ перспектив и рисков социально – экономического развития АЗРФ;
 - анализ развития системы портов Северного морского пути;
 - анализ проблем обеспечения комплексной безопасности железнодорожного транспорта.
2. Исследованы модели устойчивости развития и функционирования железнодорожного транспорта в увязке с развитием береговой инфраструктуры Северного морского пути.
3. Получены сценарии развития порта Архангельск, а также строительства порта Индига и порта в бухте Хабарова.



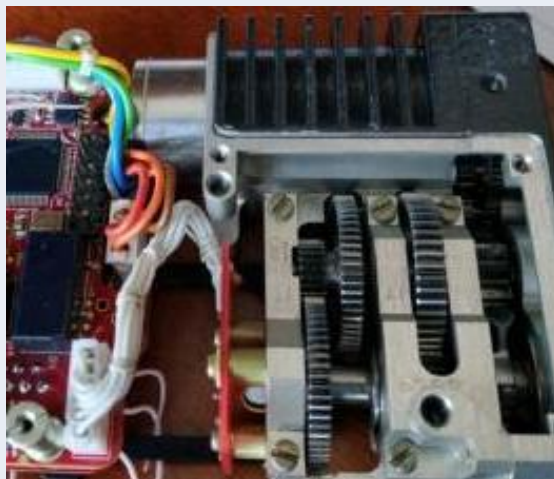
Лаб. № 20

зав. лаб.
К.Т.Н.
Чернов И.В.

СЕКЦИЯ 6: Информационные системы управления и обработки данных

Оценка и прогнозирование технического состояния электромеханического привода летательного аппарата

1. Разработаны алгоритмы выделения информативных признаков для оценки технического состояния электромеханического привода (ЭМП) с использованием методов интеллектуального анализа данных.
2. Разработаны алгоритмы многокритериальной оптимизации для поиска диапазонов интегрирования спектра периодического сигнала, обеспечивающих максимальные показатели качества тренда для прогнозирования технического состояния ЭМП.
3. Разработанные алгоритмы верифицированы на данных, полученных с использованием математической модели ЭМП (создана ЦАГИ) при обработке циклограмм полета и стационарных входных сигналов. На тестовой выборке достигнута высокая точность оценки и прогноза технического состояния ЭМП (более 98%).



Лаб. № 46

зав. лаб.
Д.Т.Н.
Лебедев В.Г.

ответственный
исполнитель:
С.Н.С.
К.Т.Н.
Вересников Г.С.

СЕКЦИЯ 6: Информационные системы управления и обработки данных

Анализ структурных особенностей гетерогенных инженерных сетей, влияющих на надежность их функционирования

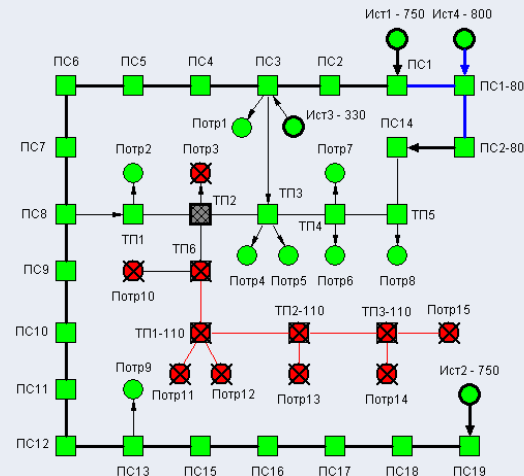
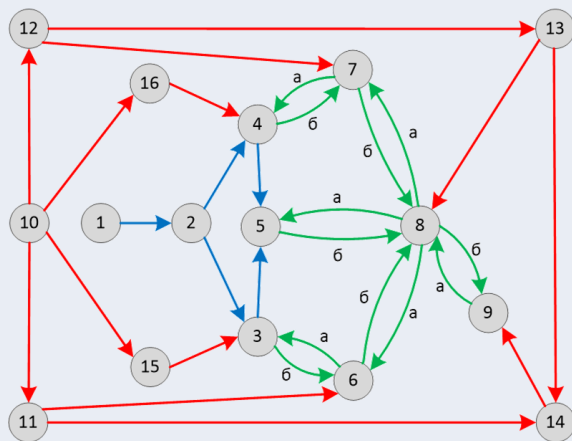
1. Определены основные особенности гетерогенных сетей, влияющие на надежность их функционирования.
2. Разработаны методы оценки распространения последствий отказов в гетерогенной среде и их влияния на элементы сети, позволяющие выбрать приоритетные для ремонта объекты.
3. Для решения задач эксплуатации и безопасности предложен метод поиска конфигураций распределительных сетей на основе получения полного множества предельных графов, доказана корректность метода.
4. Рассмотрены перспективные подходы к исследованию гетерогенных сетей на основе цифрового двойника, для которого предложены алгебраические методы конструирования моделей.

Лаб. № 49

зав. лаб.

К.Т.Н.

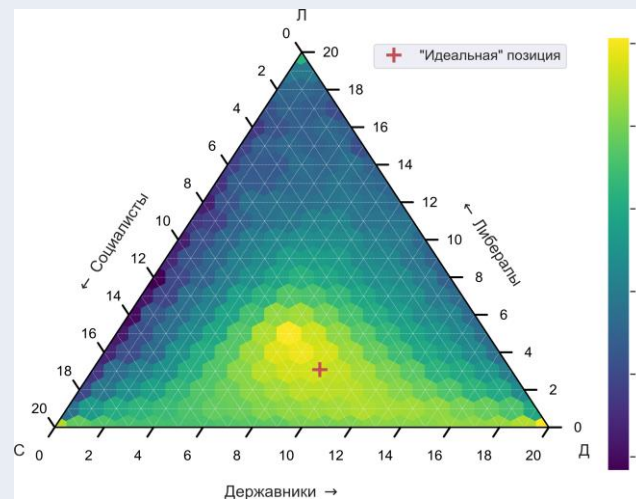
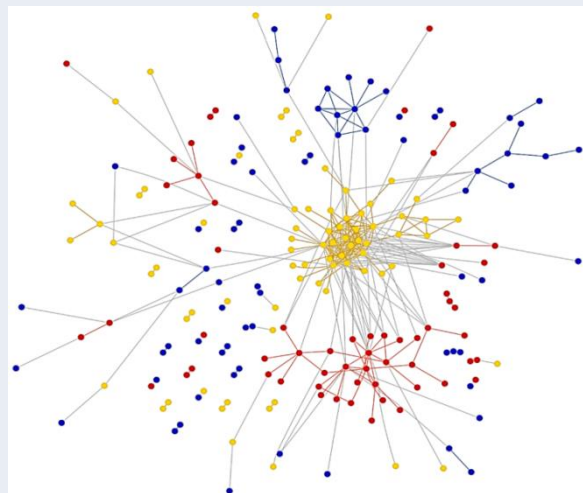
Роцин А.А.



СЕКЦИЯ 6: Информационные системы управления и обработки данных

Анализ идеологических предпочтений пользователей онлайн-социальных сетей

1. Предложена модель, позволяющая оценивать идейно-политические предпочтения пользователей онлайн-социальной сети ВКонтакте на основе информации из их аккаунтов и учитывающая основные идеологические направления в современной России (ДЛС-модель).
2. В основе метода оценки лежит обучение с учителем, при помощи которого выявление предпочтений сводится к задаче многоклассовой классификации и расчету апостериорных вероятностей принадлежности классам.
3. Для реализации данного метода была создана база размеченных анонимизированных данных, проведен ее анализ, разработаны соответствующие алгоритм и комплекс программ.



Лаб. № 79

зав. лаб.
д.ф.-м.н.
Чхартишвили А.Г.

СЕКЦИЯ 6: Информационные системы управления и обработки данных

Теория и методы управления безопасным функционированием гетерогенных интеллектуальных робототехнических систем

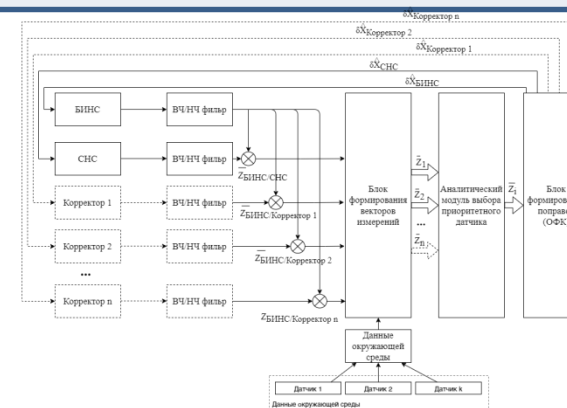
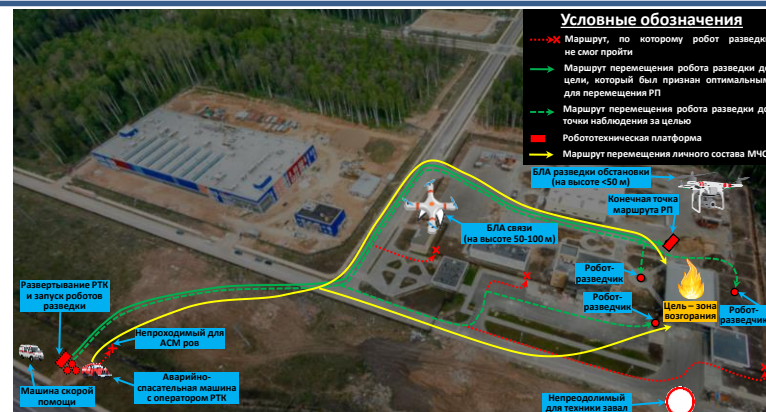
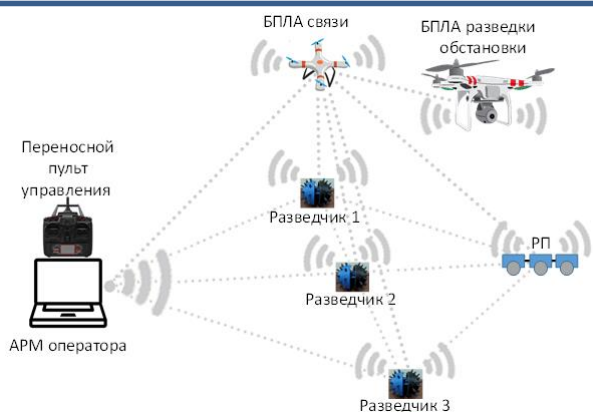
1. Предложено методическое и алгоритмическое обеспечение для проактивного анализа атак, автоматизированного поиска уязвимостей и точек отказа, а также нормализации сервисных данных в системах управления инцидентами РТС как для отдельных БТС, так и в сценариях их группового управления.
2. Разработан алгоритм безошибочного встраивания информации в область ДКП цифровых изображений на основе метода QIM с адаптивной маскировкой искажений.
3. Разработано алгоритмическое обеспечение для автоматического выявления фрагментов аудиопотока, оказывающих деструктивное влияние для оператора системы управления (негативное воздействие на его физическое и психическое состояние). В том числе предложена модель одномерной сверточной нейронной сети по принципу внутреннего уха для автоматического определения эмоционального состояния пользователя.
4. Предложен подход к решению задачи оптимального распределения работ в команде коллаборативных роботов, основанный на результатах, полученных в рамках группы математических моделей формирования и функционирования команд.

Лаб. № 80

зав. лаб.

Д.Т.Н.

Мещеряков Р.В.



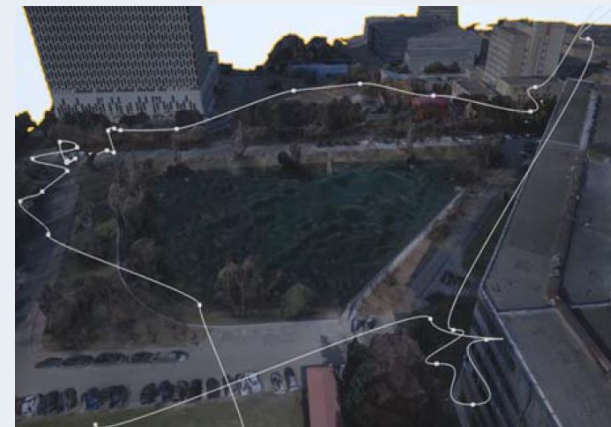
СЕКЦИЯ 6: Информационные системы управления и обработки данных

Теория и методы управления безопасным функционированием гетерогенных интеллектуальных робототехнических систем

5. Реализован прототип биоинтерфейса управления робот-человек при выделении визуальных вызванных потенциалов на основе многомерного индекса синхронизации.
6. Разработан программный комплекс для проведения автоматизированного анализа кибербезопасности беспроводного канала управления беспилотного летательного аппарата потребительского сегмента.
7. Апробированы новые методы и подходы к получению цифровых отпечатков субъектов управления для систем защиты БТС с адаптивной аутентификацией оператора (в том числе с применением подсистем поведенческого анализа).
8. В рамках виртуального полигона Института разработаны новые программные модули для формирования полетных заданий (в том числе с возможностью постановки задач группового управления БПЛА), а также для программной консолидации и аналитики разнородных сенсорных данных БТС.

Лаб. № 80

зав. лаб.
Д.Т.Н.
Мещеряков Р.В.



СЕКЦИЯ 7: Управление подвижными объектами и навигация

Новые задачи анизотропной теории стохастического робастного управления

1. Поставлена и решена задача синтеза адаптивного анизотропного управления для дискретных линейных стационарных систем с неопределенными параметрами при стохастических возмущениях с ограниченной средней анизотропией. Синтез алгоритма адаптации для явной эталонной модели выполнен на основе применения логарифмической функции Ляпунова.
2. Решена задача анизотропного анализа для систем с независимыми мультипликативными шумами. Синтезирован субоптимальный анизотропный фильтр для нестационарных сетевых систем с отказами на конечном горизонте, обеспечивающий оценку выходных сигналов в условиях неопределенных стохастических возмущений.

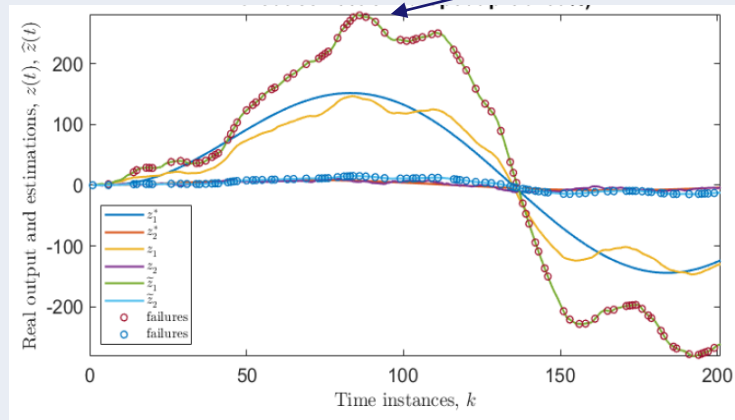
Лаб. № 1

зав. лаб.

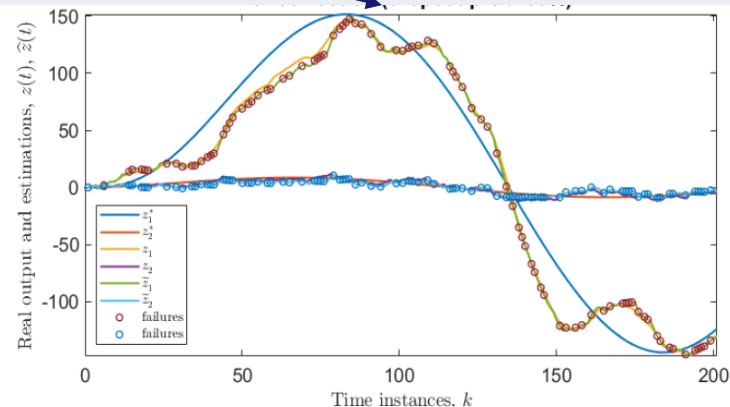
Д.Т.Н.

Каршаков Е.В.

оценка без
коррекции
отказа



оцениваемый сигнал



оценка с
коррекцией
отказа

СЕКЦИЯ 7: Управление подвижными объектами и навигация

Решение задач управления и оценивания для протезирования, макетирования измерительных систем и обработки геофизических данных

1. Компьютерный имитационный макет, моделирующий движение и магнитные свойства подводного объекта и магнитоградиентной измерительной системы измерения дипольного магнитного момента в буксируемом, мобильном и стационарном вариантах.
2. Отказоустойчивая система управления бионическим протезом руки на основе методов искусственного интеллекта.
3. Методы анализа данных аэрогамма-спектрометрии на основе лабораторных записей спектров эталонных источников.



Лаб. № 1

зав. лаб.

Д.Т.Н.

Каршаков Е.В.

СЕКЦИЯ 7: Управление подвижными объектами и навигация

Терминальное управление внутрибаковыми процессами

- Развита детерминированная теория терминального управления внутрибаковыми процессами жидкостных ракет-носителей и разгонных блоков. Теория основывается на решении задач синтеза классов терминального управления при различном уровне текущей и априорной информации и требований к переходным процессам. Рассматриваются алгоритмы с прогнозированием при заданной стратегии будущего управления. Для решения задачи синтеза получены дифференциальные и разностные уравнения для невязок конечных условий. При синтезе более широкого класса терминального управления используется преемственность решений. Разработанные методы позволяют синтезировать алгоритмы управления для широкого диапазона режимов функционирования объекта.
- **23 октября 2020 года** произошло значимое для отечественной ракетной техники событие - успешно завершились первые огневые испытания ступени новой РН «Ангара-1.2». Алгоритмы систем, которые управляли внутрибаковыми процессами и обеспечивали устойчивую работу, запуск и выключение двигателя, разработаны в ИПУ РАН. **14 декабря 2020 года** ВКС России успешно провели пуск РН «Ангара-А5».



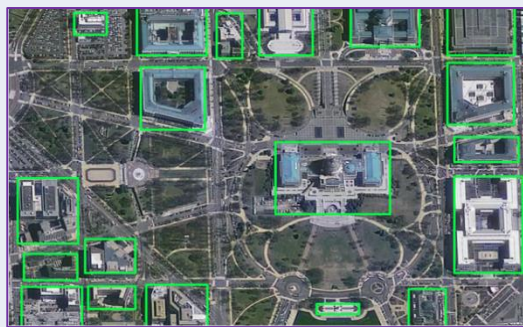
Лаб. № 8

Зав. лаб.
Д.Т.Н.
Иванов В.П.

СЕКЦИЯ 7: Управление подвижными объектами и навигация

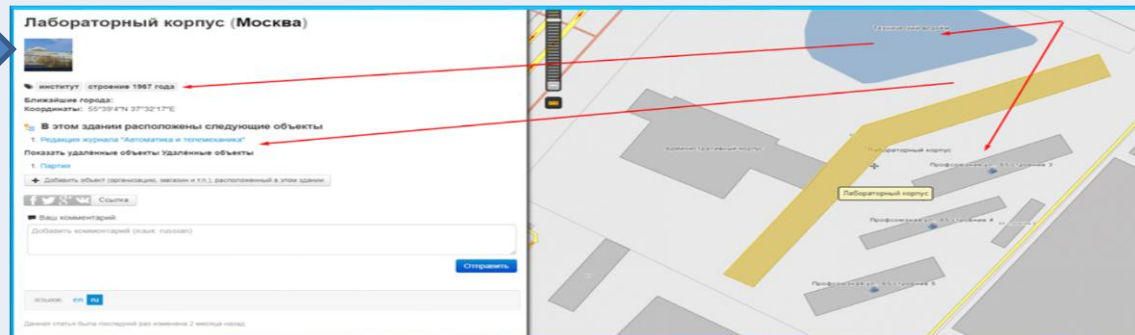
Исследование и разработка методов и алгоритмов автоматизированного распознавания объектов местности

1. Методы классификации объектов местности для использования в системах нейрообучения при автоматизации их распознавания и построении 3D моделей.
2. Тестовая платформа для исследования разрабатываемых методов и алгоритмов систем нейрообучения при автоматизированной идентификации объектов местности.



Поиск высотных зданий

Доп.
информация:
координаты
зданий, наличие
рядом пруда,
годы постройки
зданий



Исходный
обрабатываемый
снимок

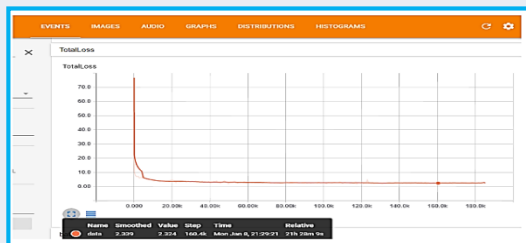
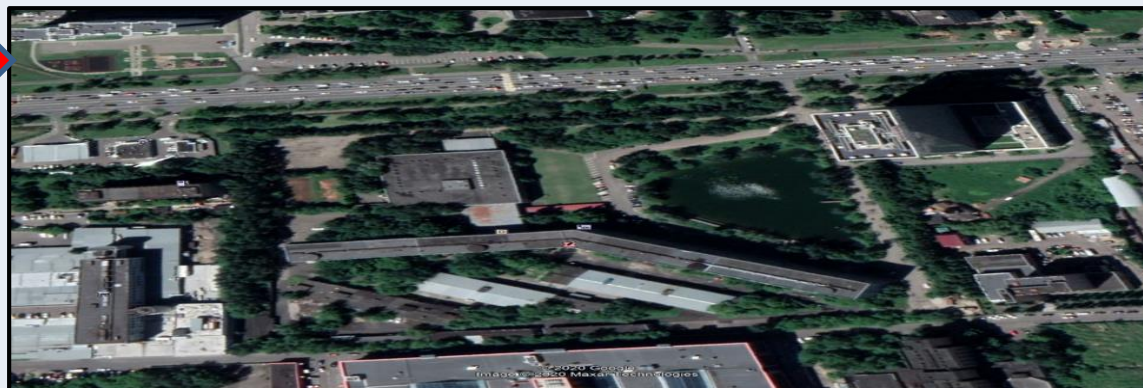


График потерь ненахождения объектов в зависимости от числа итераций

Лаб. № 22
зав. лаб.
Д.Т.Н.
Алчинов А.И.

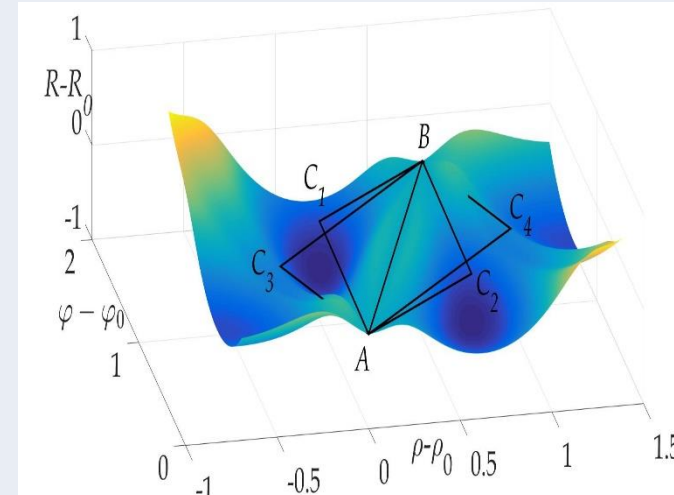
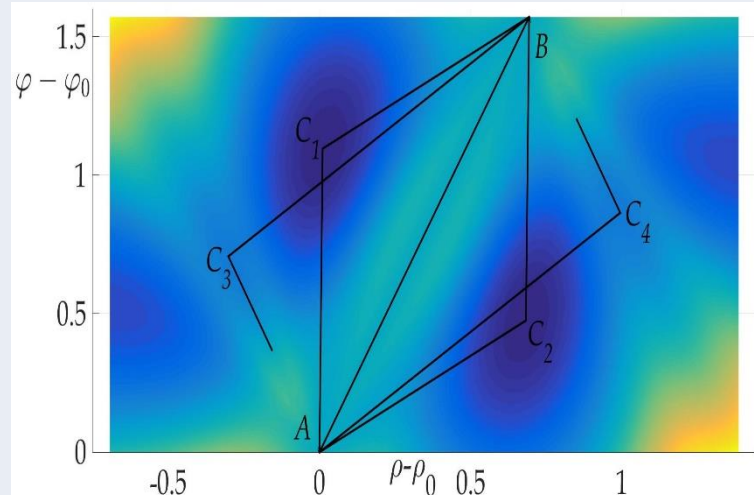
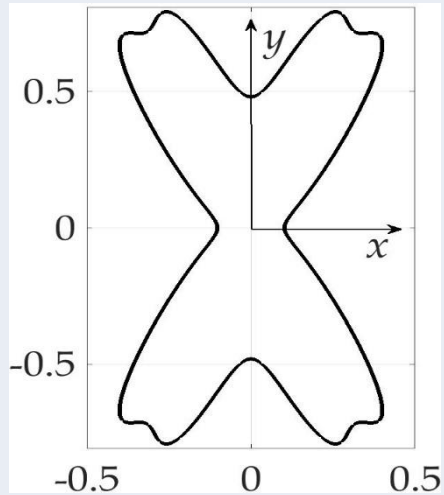
СЕКЦИЯ 7: Управление подвижными объектами и навигация

Методы и алгоритмы планирования движения подвижных объектов в конфликтной среде

1. Разработаны методы и алгоритмы построения оптимальной траектории движения объекта с неоднородной индикатрисой излучения при уклонении от стационарной поисковой системы, доказаны условия оптимальности траектории.
2. Предложены язык формального представления знаний и исчисление дедуктивно-абдуктивного вывода с доказательством свойств этих средств, основанные на необходимых и достаточных условиях формального объяснения наблюдаемого.
3. Доказана программность траекторного управления наблюдениями со стороны подвижного наблюдателя в непрерывном времени в LQG задаче стохастического управления по неполным данным.

Лаб. № 38

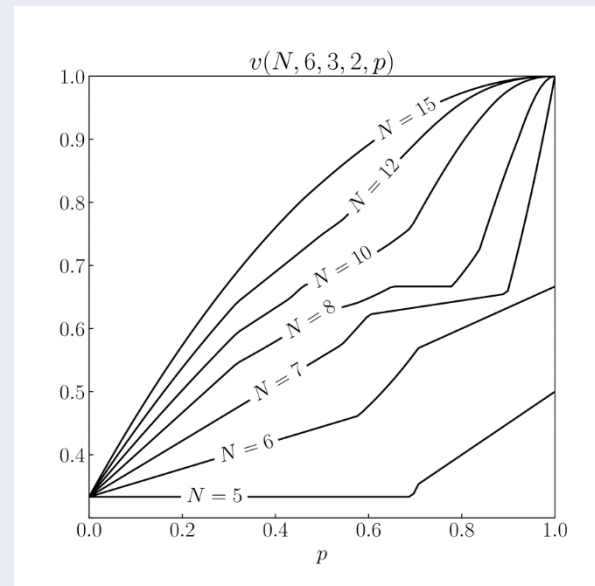
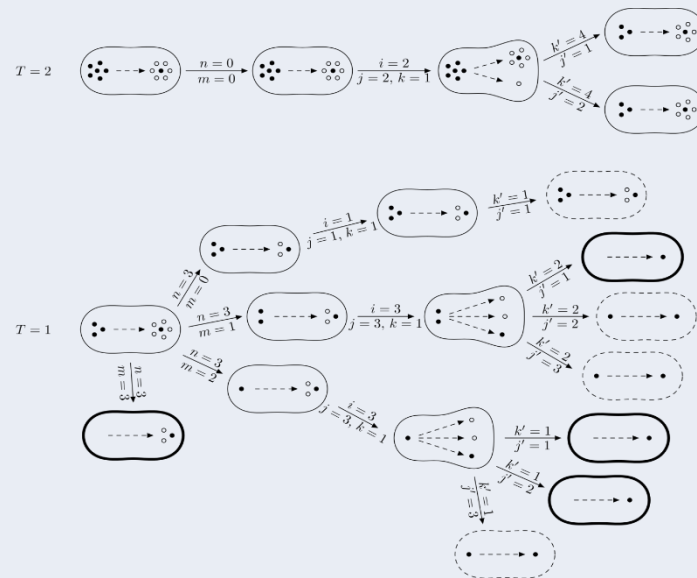
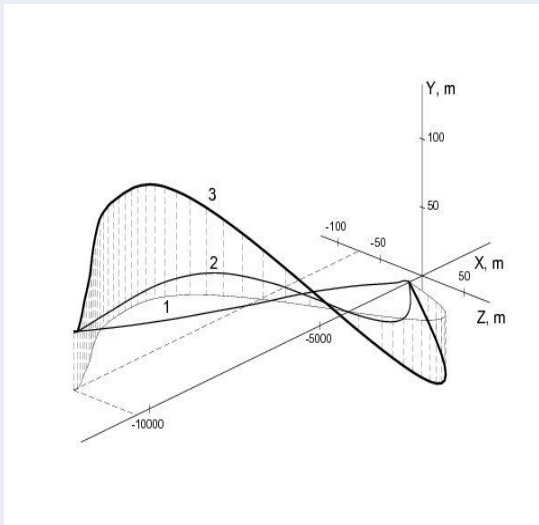
зав. лаб.
чл.-корр. РАН
Галяев А.А.



СЕКЦИЯ 7: Управление подвижными объектами и навигация

Методы и алгоритмы планирования движения подвижных объектов в конфликтной среде

4. Разработаны методы, алгоритмы и программные модули повышения точности оценивания пространственных координат БПЛА по дискретным угловым измерениям положения некоторого неподвижного маяка в процессе наведения БПЛА на заданное терминальное множество.
5. Предложен метод оценки вероятности выживания цели в задаче «атакующие – цель – защитники» при известных динамических возможностях атакующих и получены рекуррентные соотношения для ее вычисления при оптимальном поведении игроков.
6. Градиентным методом решена задача оптимизации расстановки обнаружителей с равномерно распространяющимися бесконечными круговыми полями обнаружения уклоняющегося объекта, описано их лучшее расположение в различных прямоугольных компактах возможного размещения.



Лаб. № 38

зав. лаб.
чл.-корр. РАН
Галяев А.А.

ЦЕНТРЫ КОМПЕТЕНЦИЙ

**ЦЕНТР УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ
СЛОЖНЫХ СИСТЕМ**

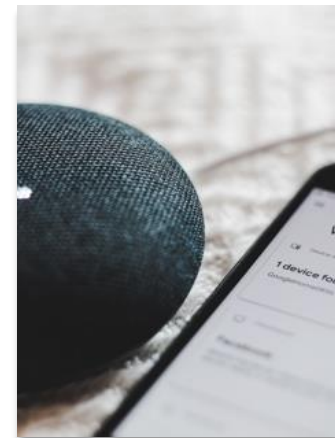
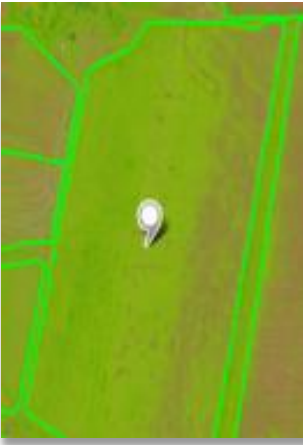
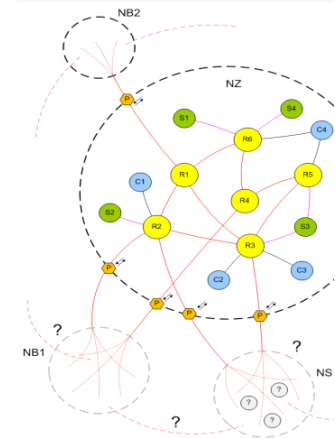
**ЦЕНТР ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЦИФРОВОЙ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ**

**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.

Осуществляется получение ИПУ РАН лицензии ФСТЭК России на деятельность по технической защите конфиденциальной информации, включая услуги по мониторингу информационной безопасности средств и систем информатизации.

Реализованы: НИР «3-Горизонт» (ФСБ, Лаб. 11, 79) и НИР «Эпоха-СПП» (МО, Лаб. 1, 20, 49, 79, 80) на сумму 65 млн. р.

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

Реализуется Грант РФФИ: «Разработка моделей и методов выявления и прогнозирования деструктивных информационных воздействий при взаимодействии человека с Интернет-пространством» (Лаб. 11, 79)



ЦЕНТР ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЦИФРОВОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Обеспечено покрытие системой мониторинга Института на 70%.

Детальная информация о топологии энергосети Института и потребителях в КОИ внесена в систему управления активами CMDBuild.

Смонтированы и запущены метеостанция и камера для съемки фасада. Метеоданные доступны на главной странице сайта Института.

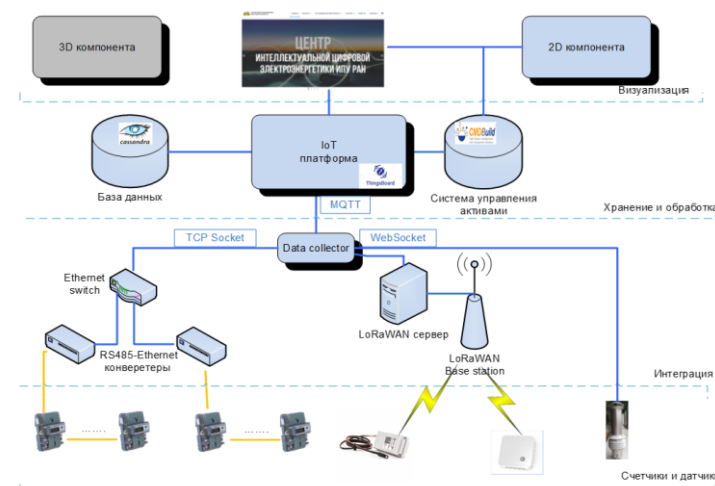
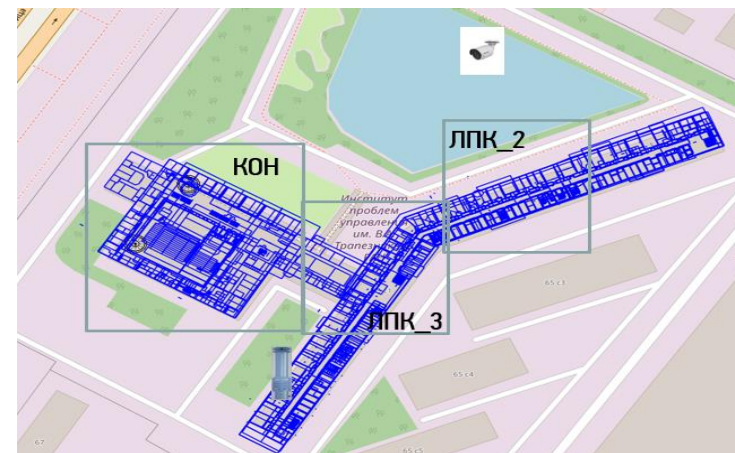
Доступны данные энергетической и климатической подсистемы за 2020 год.

Система интеллектуального мониторинга внедрена в работу службы Главного энергетика.

Пленарный доклад о Центре и Полигоне на международной конференции EnT-2020.

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

Завершен хоздоговор с ОАО «РТСофт».



ЦЕНТР ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Участие в международном форуме «АРМИЯ 2020» с привязной многоцелевой БЛА в мобильном варианте на автомобильной платформе.

Участие в отработке привязной многоцелевой БЛА на проектируемой платформе «Маркер» ФПИ.

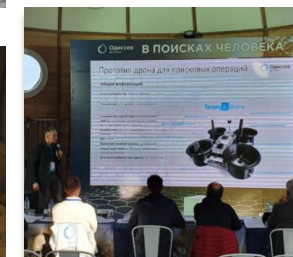
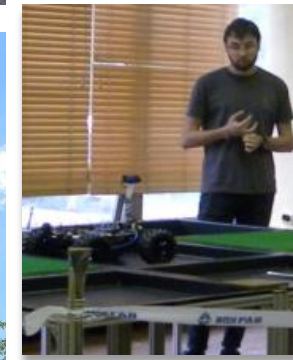
Участие во всероссийских соревнованиях по подводной робототехнике (Владивосток) – 1 место.

Участие во всероссийских соревнованиях по беспилотным летательным аппаратам АЭРОБОТ-2020 (г. Таганрог, г. Анапа).

Развитие локаций наземного, водного кластеров робототехнического Полигона Института, развитие виртуального Полигона.

Действует Общественный семинар по управлению автономными робототехническими комплексами.

Ведутся работы по хоздоговору «Защитник».



ЦЕНТР ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ЦИФРОВОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Заключено соглашение о присоединении ИПУ РАН к Белгородскому Научно-образовательному центру (НОЦ) «Инновационные решения в АПК».

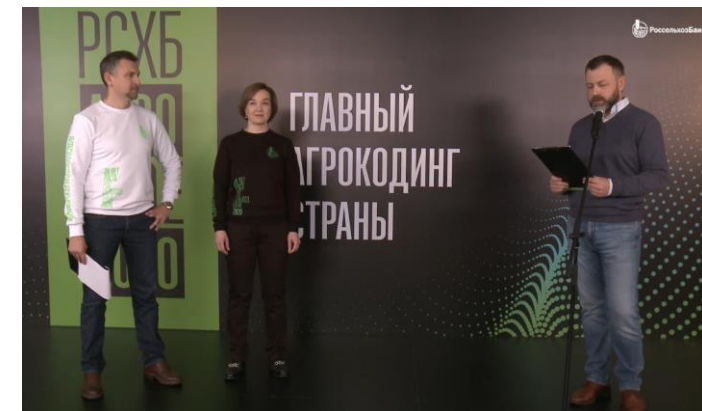
В рамках НОЦ по двум проектам заключены договора с ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН» на сумму 11 млн руб. на разработку системы машинного зрения для идентификации и мониторинга функциональных состояний коров и системы распознавания заболеваний зерновых культур по фото.

В рамках НОЦ заключен договор с ГК «Агро-Белогорье» на сумму более 2 млн руб. на прототип системы машинного зрения для мониторинга функциональных состояний свиней.

Заключено соглашение с тепличным комплексом «ЮгАгроХолдинг» (г. Грозный, Чеченская Республика) о разработке стека технологий для аппаратно-программного комплекса для формирования «цифровой карты теплицы».

Заключено соглашение с ФГБУН «ВНИИ виноградарства и виноделия МАГАРАЧ» (г. Ялта, Крым) о разработке технологий на базе искусственного интеллекта для ухода за виноградом.

Центр в сотрудничестве с лаб.77 и НВО-73 выступил партнером Россельхозбанка на хакатоне «AGRO CODE 2020».



ЦЕНТР ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

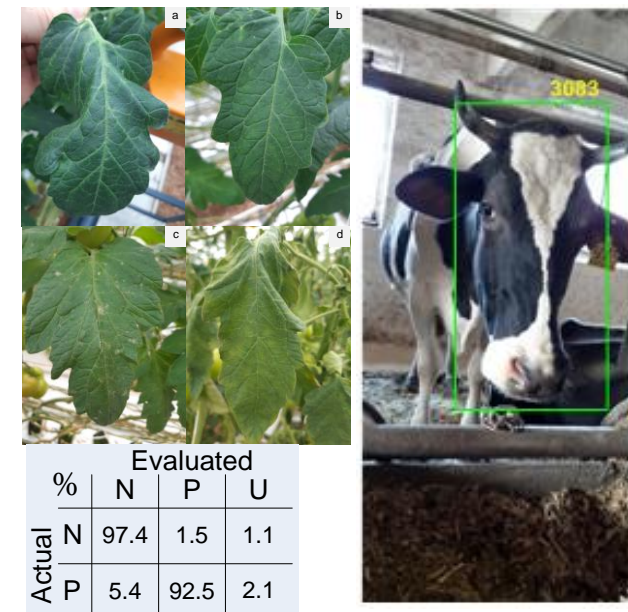
Планомерно развивается сотрудничество в образовательной и научной деятельности между ИПУ РАН и Образовательным фондом «Талант и Успех».

Совместно с ЦИЦСХ ИПУ РАН на площадке Белгородского ФАНЦ РАН разрабатывается ряд технологий для интеллектуализации сельского хозяйства.

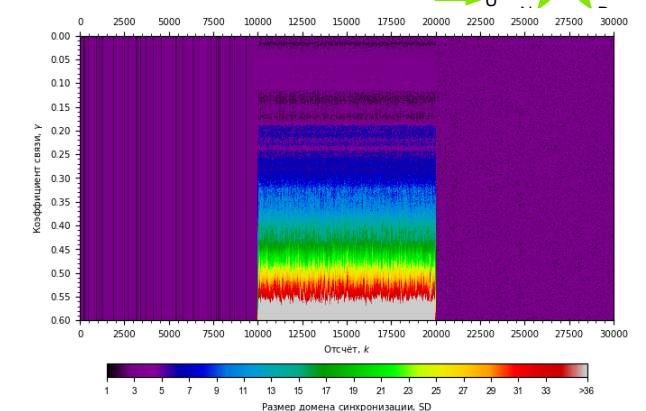
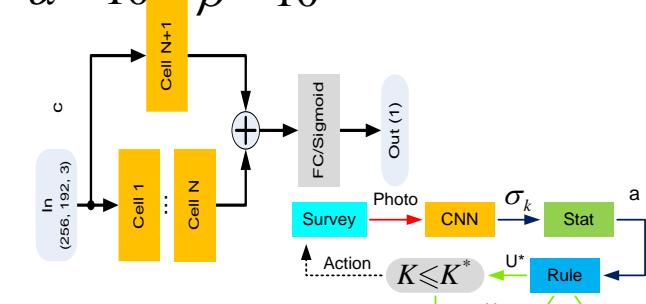
Совместно с ЦИЦЭЭ ИПУ РАН на площадке технологического полигона ИПУ РАН разрабатывается ряд технологий для интеллектуализации электроэнергетики.

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

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



$$\alpha = 10^{-3} \quad \beta = 10^{-3}$$



ЦЕНТР МОЛОДЕЖНОГО ИННОВАЦИОННОГО ТВОРЧЕСТВА

Проведено 14 «Научных суббот» для более чем двух тысяч участников.

Подготовлено и размещено на канале ИПУ РАН в YouTube 9 видеолекций.

Под руководством научных сотрудников ИПУ РАН реализовано 17 исследовательских проектов школьников.

Проведено 34 обучающих семинара для педагогов и учащихся по различным направлениям проектной деятельности.

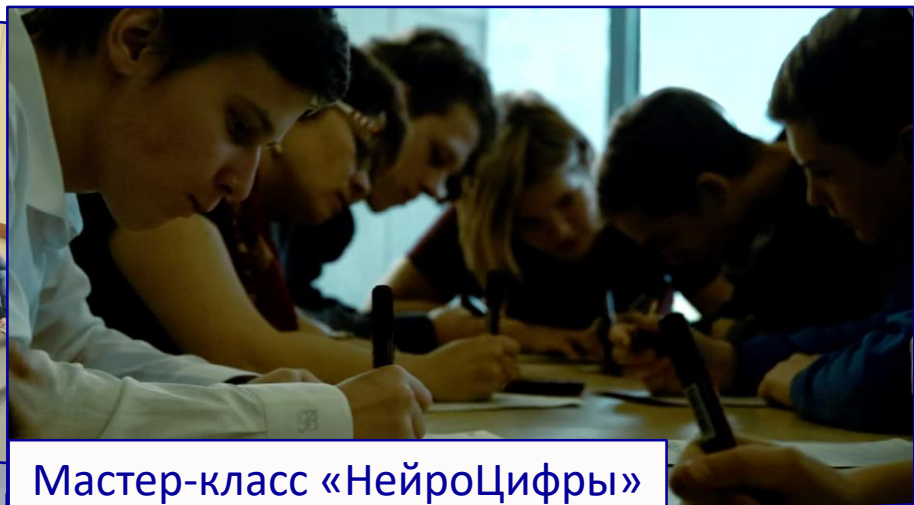
Успешно реализованы два проекта по грантам департамента образования и науки города Москвы (4 млн. рублей), получена поддержка ещё одного проекта (1 млн. рублей).



НАУЧНЫЕ СУББОТЫ В ИПУ РАН



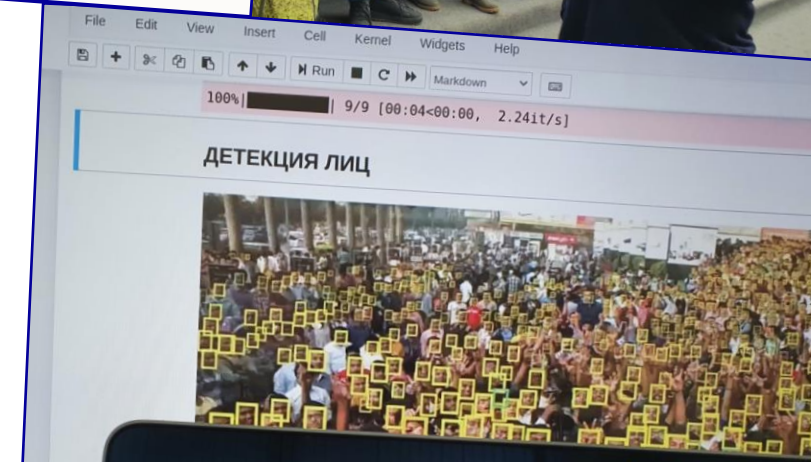
День еды



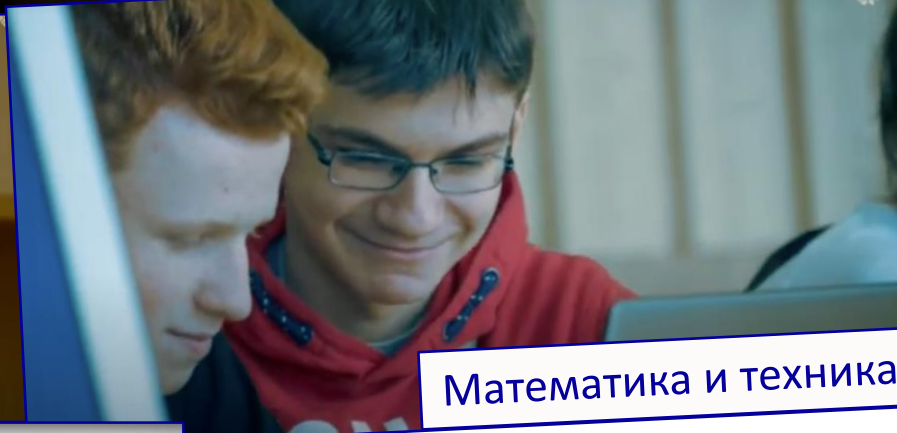
Мастер-класс «НейроЦифры»



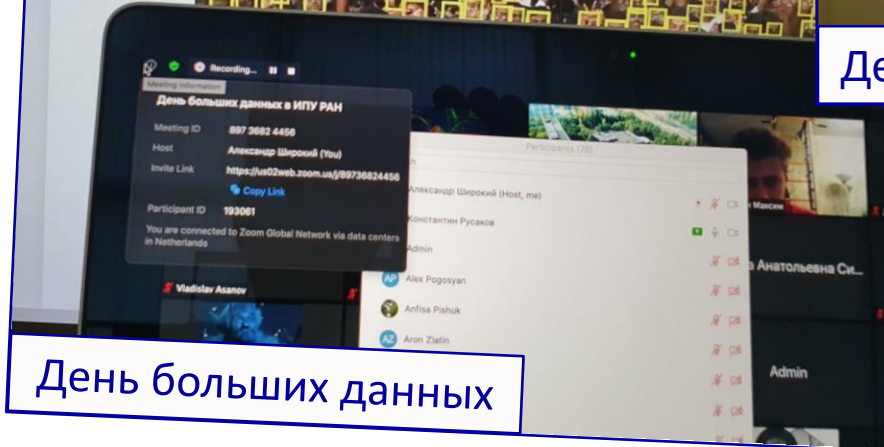
RoboCup Workshop



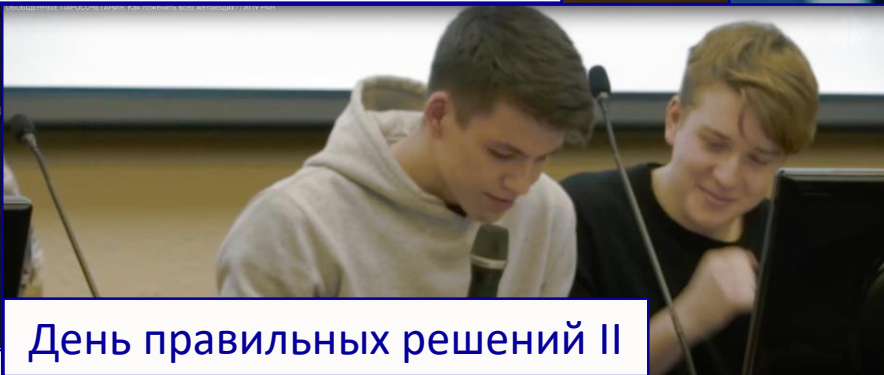
День правильных решений I



Математика и техника



День больших данных



День правильных решений II





Дирекция, Профком,
Совет молодых ученых
и Совет ветеранов
поздравляют всех
сотрудников Института
с наступающим
2021 годом!

