УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Интеллектуальные цифровые технологии

Национальный центр когнитивных разработок

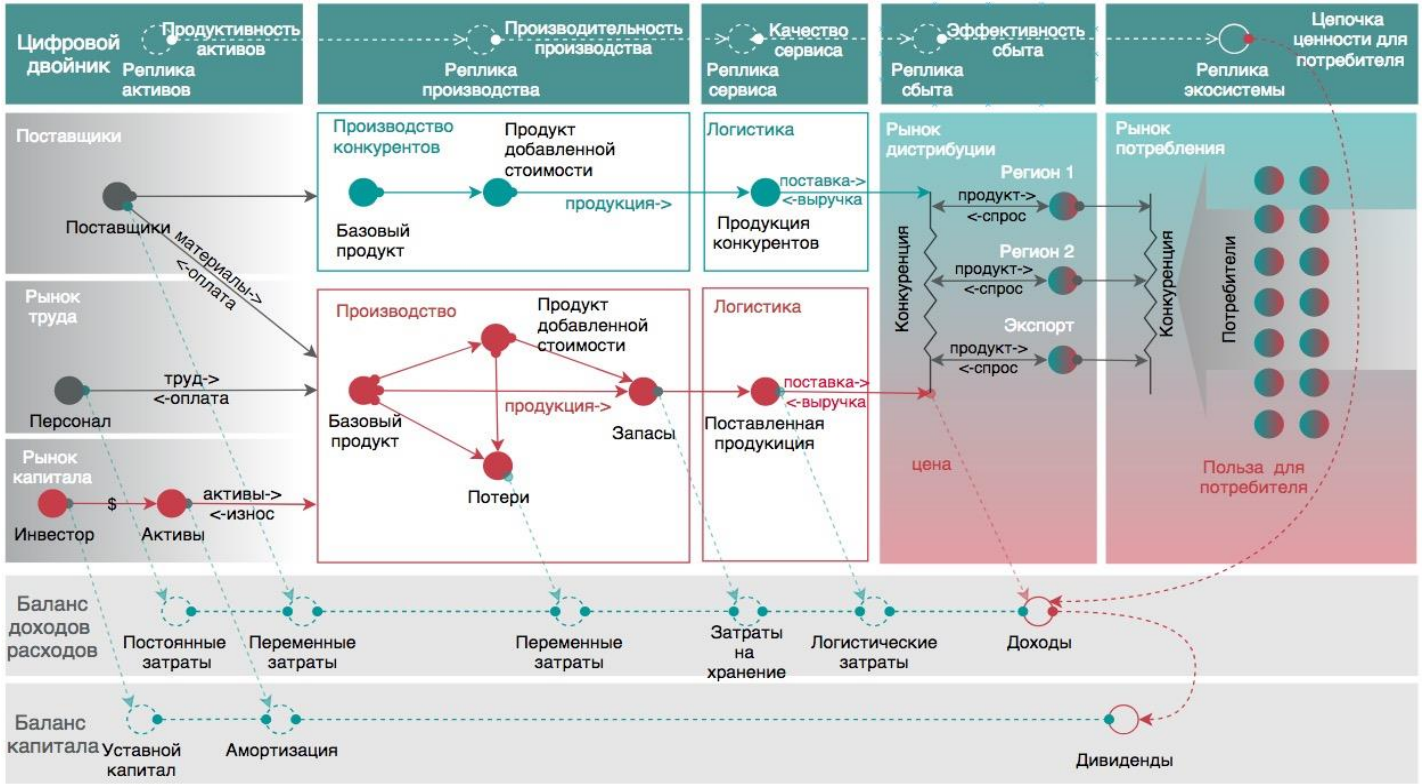
Интеллектуальные цифровые технологии. Прикладные решения.

- Управление производством реального сектора экономики
- Нефтегазодобыча и освоение шельфа
- Оптимизация, логистика и управление персоналом
- Финансовые цифровые технологии
- Информационные технологии и инфраструктура

Управление производством реального сектора экономики

- *Зачем*: Оптимизация затрат, снижение рисков, предотвращение кризисных ситуаций, повышение защищенности капитальных вложений
- *Что*: Моделирование процессов организации и управления производственными цепочками, анализ и построение предсказательных алгоритмов поведения моделирование машин и механизмов
- *Как*: Моделирование как на готовых бизнес (создание «математических двойников») и технологических процессах в рамках действующих предприятий с целью оценки и оптимизации существующих решений, так и для новых процессов с целью выбора оптимальных вариантов. Решается не только задача предсказательного моделирования изменений, но и задача кодизайна - подстройки иных бизнес-процессов предприятия под опосредованное влияние цифровых инноваций таким образом, чтобы минимизировать или даже устранить негативные системные эффекты
- *Результаты*: Научно-исследовательские изыскания, создание действующих прототипов, на базе которых проводятся реальные расчеты, моделирование и оптимизация существующих процессов в различных сферах возможного применения для последующей имплементации на предприятиях

Моделирование производства (“цифровой двойник”)

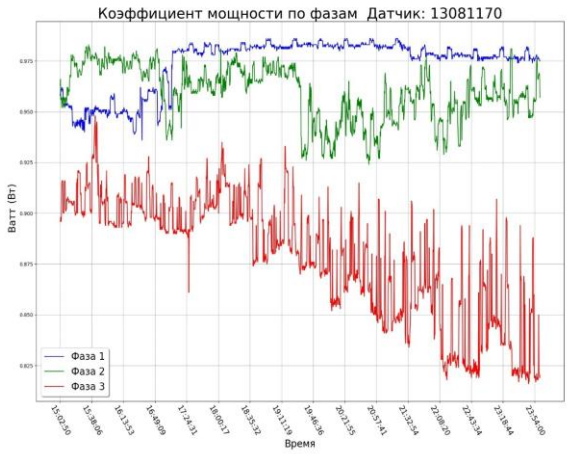


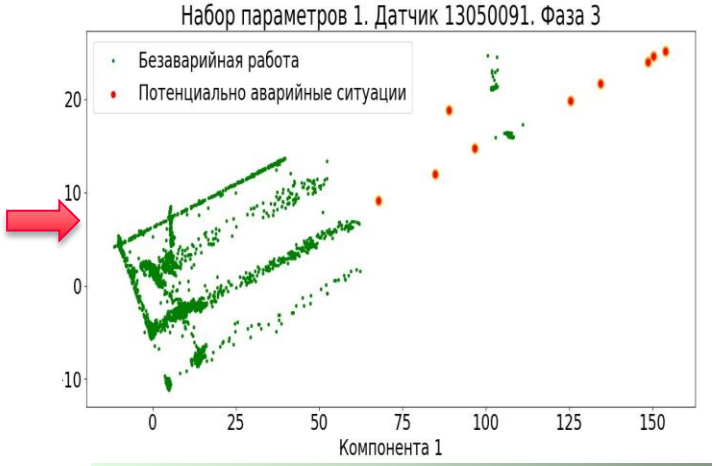
- Рассчитываются сценарии изменения объемов производства по переделам
- Прогнозируются необходимые дополнительные затраты и ресурсы, включая потребность в персонале
- Модель применима как к существующим, так и планируемым производственным площадкам

ITMOre than a UNIVERSITY

ИЛИМ

Электроэнергетика

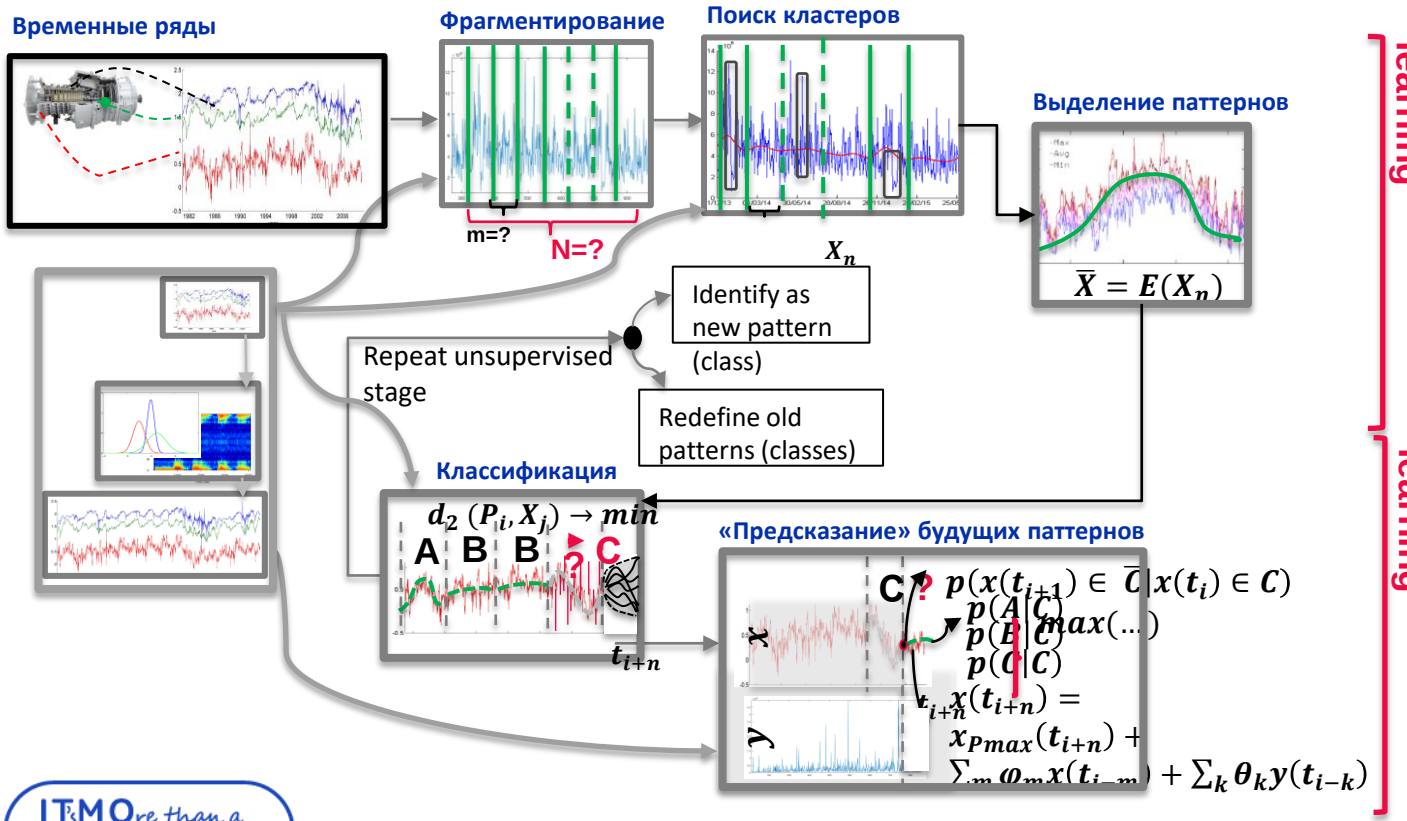




- Коэффициент мощности на фазе 1, 2 или 3
- Мощность на фазе 1, 2 или 3 активная (P)
- Мощность на фазе 1, 2 или 3 реактивная (P)
- Ток на фазе 1, 2 или 3
- Напряжение на фазе 1, 2 или 3

- По данным счётчиков электрической энергии выявляются:
  - ✓ *пред-аварийные ситуации*
  - ✓ *скрытые потери в учете потребления электроэнергии от ошибок в работе электромонтеров*
- Учитывается общая топология электросети и особенности работы приборов потребления электроэнергии

Моделирование режимов работы турбины (поиск паттернов во временных рядах)



Unsupervised learning

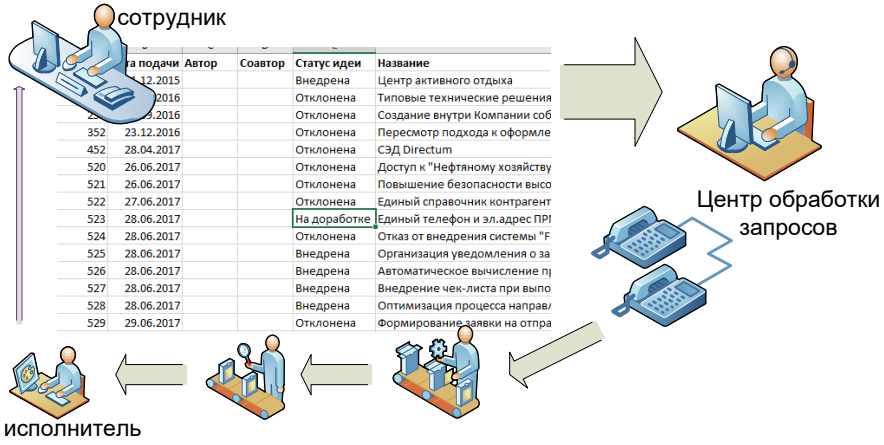
- Накапливаются данные от первичных датчиков
- Формируются временные ряды
- Выделяются и классифицируются паттерны

Supervised learning

- Строится предсказательная самообучающаяся модель поведения турбины

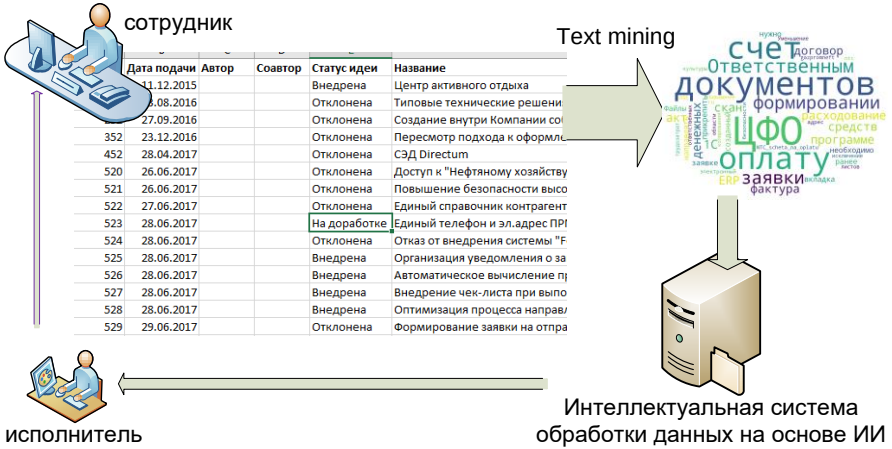
Рекомендательная система

Существующая схема:



	Дата подачи	Автор	Соавтор	Статус идеи	Название
	11.12.2015			Внедрена	Центр активного отдыха
	2016			Отклонена	Типовые технические решения
	2016			Отклонена	Создание внутри Компании соб
352	23.12.2016			Отклонена	Пересмотр подхода к оформле
452	28.04.2017			Отклонена	СЭД Directum
520	26.06.2017			Отклонена	Доступ к "Нефтяному хозяйству
521	26.06.2017			Отклонена	Повышение безопасности высо
522	27.06.2017			Отклонена	Единый справочник контрагент
523	28.06.2017			На доработке	Единый телефон и эл.адрес ПРІ
524	28.06.2017			Отклонена	Отказ от внедрения системы "F
525	28.06.2017			Внедрена	Организация уведомления о за
526	28.06.2017			Внедрена	Автоматическое вычисление пр
527	28.06.2017			Внедрена	Внедрение чек-листа при выпо
528	28.06.2017			Внедрена	Оптимизация процесса направл
529	29.06.2017			Отклонена	Формирование заявки на отпра

Предлагаемая схема:



	Дата подачи	Автор	Соавтор	Статус идеи	Название
	11.12.2015			Внедрена	Центр активного отдыха
	8.08.2016			Отклонена	Типовые технические решени
	27.09.2016			Отклонена	Создание внутри Компании со
352	23.12.2016			Отклонена	Пересмотр подхода к оформле
452	28.04.2017			Отклонена	СЭД Directum
520	26.06.2017			Отклонена	Доступ к "Нефтяному хозяйству
521	26.06.2017			Отклонена	Повышение безопасности высо
522	27.06.2017			Отклонена	Единый справочник контрагент
523	28.06.2017			На доработке	Единый телефон и эл.адрес ПРІ
524	28.06.2017			Отклонена	Отказ от внедрения системы "F
525	28.06.2017			Внедрена	Организация уведомления о за
526	28.06.2017			Внедрена	Автоматическое вычисление пр
527	28.06.2017			Внедрена	Внедрение чек-листа при выпо
528	28.06.2017			Внедрена	Оптимизация процесса направл
529	29.06.2017			Отклонена	Формирование заявки на отпра

ОЖИДАЕМЫЙ РЕЗУЛЬТАТ:

Рекомендательная система на основе TextMining - корректная классификация заявок сотрудников, назначение исполнителя заявки “за один шаг”

ITMOre than a UNIVERSITY

ГАЗПРОМ НЕФТЬ

*проект прорабатывается в интересах ГПН

Управление наружным городским освещением

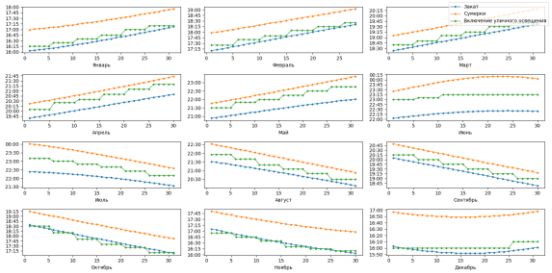
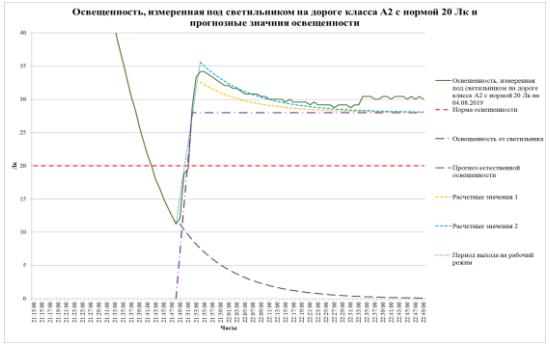
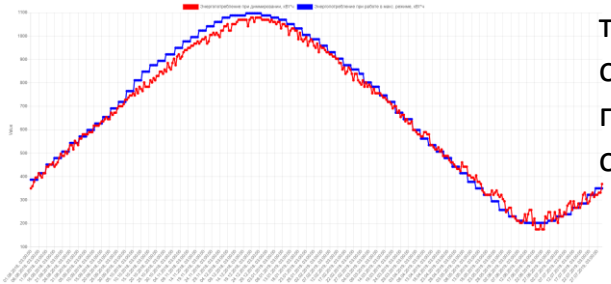


График включения наружного освещения



Модель естественной освещенности с учетом облачности

Моделируемая территория

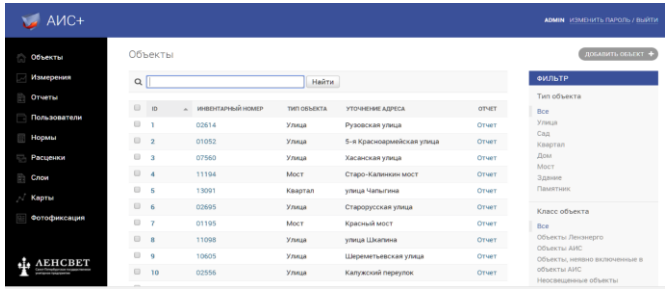


Сравнение энергопотребления при диммировании и при работе в стандартном режиме

- По данным о естественном освещении, погодных условиях и измерениям уровня искусственного освещения определяются:
  - ✓ *Качество наружного освещения*
  - ✓ *Необходимость и эффективность диммирования*
  - ✓ *Эффективность применения IoT для организации управления наружным освещением*
- Доказано снижение потребления энергии при диммировании и точечном управлении опорами освещения до 10% на отдельных порах при соблюдении норм освещения.

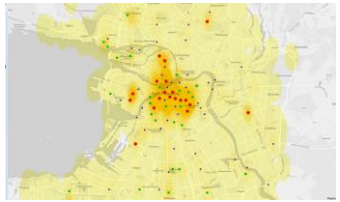
Планирование развития наружного городского освещения

Учет оборудования на балансе и его жизненного цикла



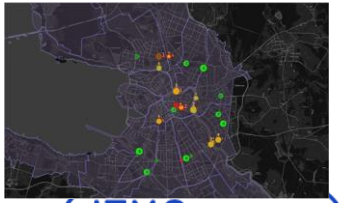
Учитываемые городские процессы

Мобильность

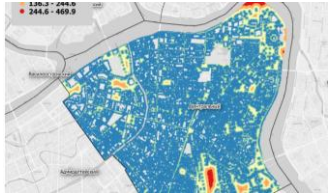


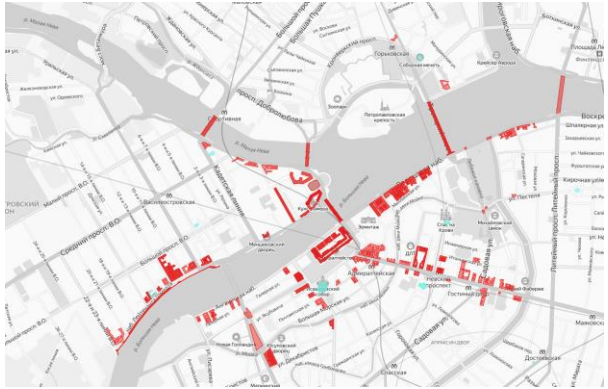
Данные социальных сетей

Преступность



Видимость





Адресные инвестиционные программы по развитию функционального и архитектурно-художественного освещения

- Формируются оптимальные планы развития наружного городского освещения в виде адресных инвестиционных программ с учетом факторов:
  - ✓ *Износ оборудования*
  - ✓ *Социальная значимость объекта*
  - ✓ *Уровень преступности в округе*
  - ✓ *Интенсивность использования объекта в ежедневной деятельности*
  - ✓ *Архитектурная и художественная ценность объекта*
- Оптимальный план включает ограничения по сумме финансирования, оценки стоимости работ по планированию и строительству.

ITMOre than a UNIVERSITY

ЛЕНСВЕТ

Нефтегазодобыча и освоение шельфа

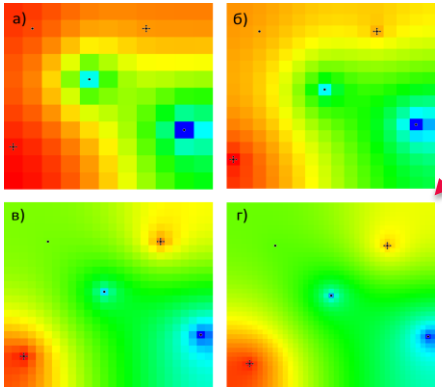
- *Зачем*: Снижение капитальных вложений и операционных затрат, существенное сокращение временных интервалов производственных циклов, увеличение достоверности данных, повышение доходности
- *Что*: Анализ динамического развития и создание предсказательных моделей поведения сложных систем, анализ и моделирование процессов с учетом сложных многовариантных внешних условий и внутренних ограничений на больших объемах статистической ретроспективной и динамической информации
- *Как*: Прикладные задачи компьютерного моделирования с использованием методов оптимизации, интеллектуального анализа данных и data-driven моделирования позволяют провести анализ больших объемов статистической накопленной или «он-лайн» информации и создать точные предсказательные модели поведения сложных систем, что делает возможным избежать потенциальных рисков, разработать проектные, организационные и управленческие решения
- *Результаты*: Научно-исследовательские изыскания завершаются, как правило, созданием моделей с элементами самообучения, на базе которых проводится моделирование и прототипирование процессов технического, природного, социального характера на базе больших объемов статистической информации.

Гидродинамические модели нефтяных месторождений

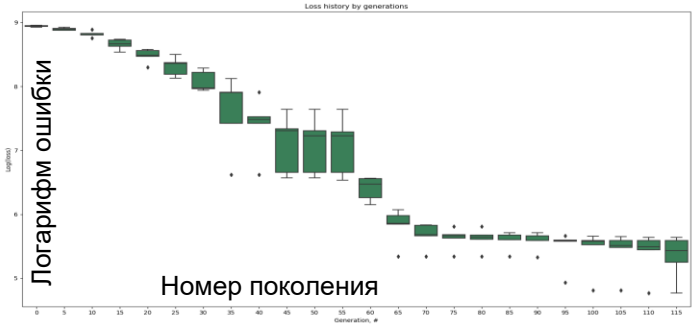
УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Алгоритмы гибридной и суррогатной оптимизации для задачи динамической настройки моделей нефтяных месторождений.

Построение ландшафта функции суррогатной модели

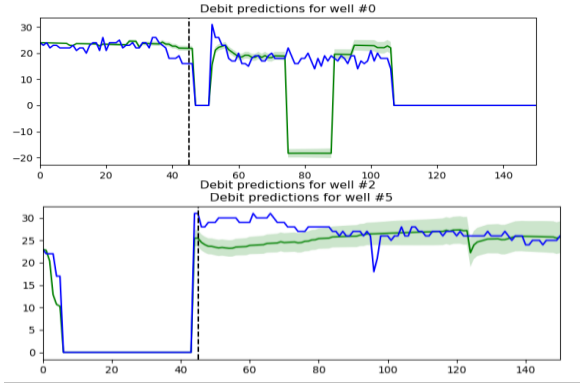


В ходе оптимизации строится упрощенная data-driven модель на различных пространственно-временных разрешениях



Сходимость последовательной эволюционной оптимизации

Интервальные прогнозы дебита нефти по скважинам



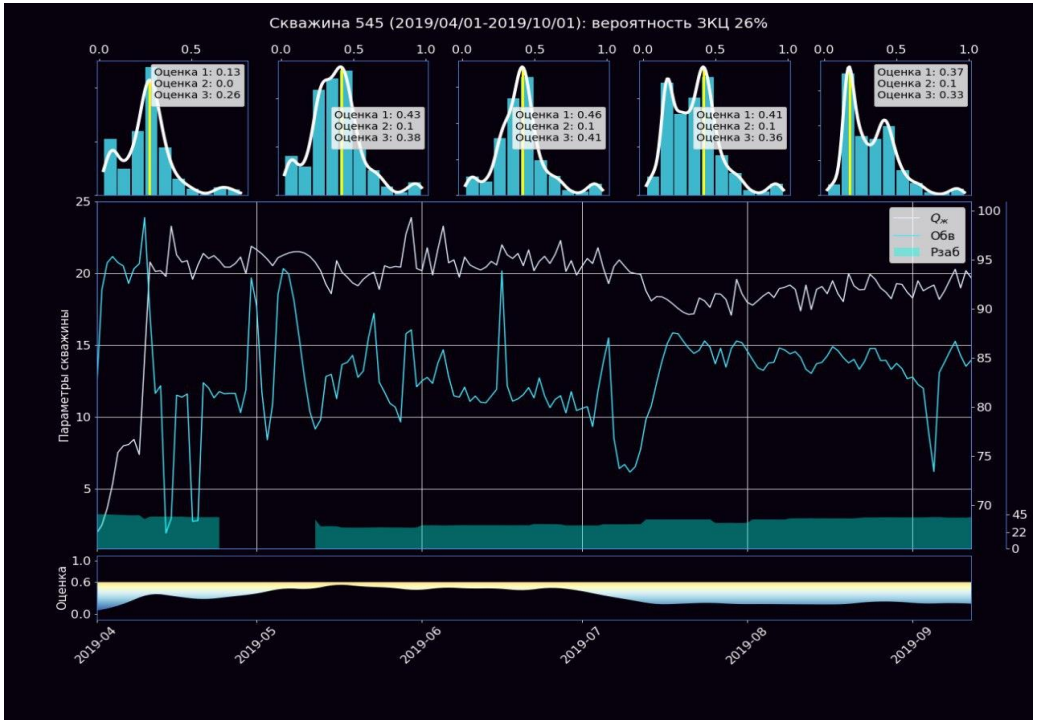
ITMOre than a UNIVERSITY

ГАЗПРОМНЕФТЬ

Аналитика в нефтедобыче

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Предсказание скважин с заколонными перетоками (ЗКЦ) по временным рядам добычи



Проблема

- Не существует надежных методов определения заколонных перетоков для добывающих нефтяных скважин, что приводит к нерациональному планированию промыслово-геофизических-исследований

Результат работ

- На основе обучающей выборки построена модель машинного обучения, позволяющая с 90% точностью выявлять заколонные перетоки по временным рядам добычи

Достигнутый эффект

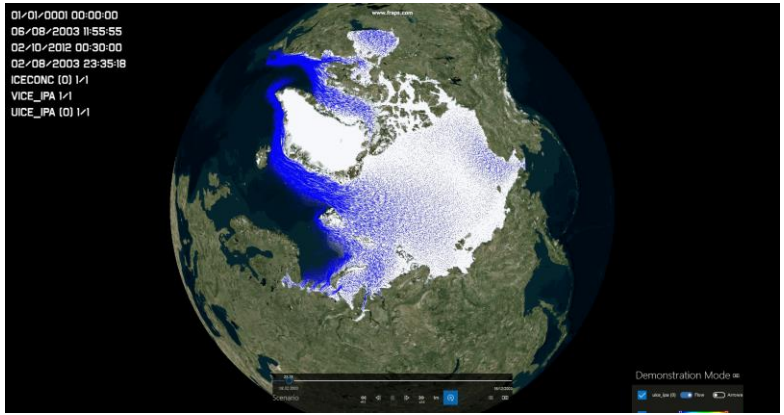
- Модель позволяет с точностью ~90% выявлять наличие заколонных циркуляций по данным добычи и оптимизировать планирование ресурсоемких и дорогих промыслово-геофизических-исследований. Модель внедрена в практику работы компании

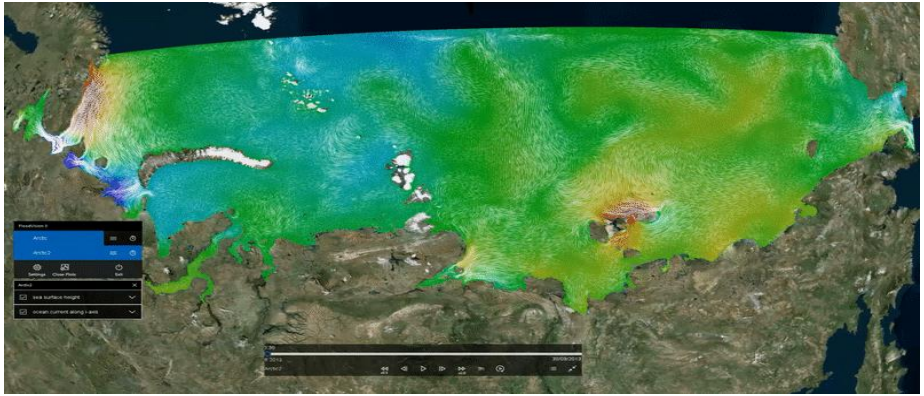
ITMOre than a UNIVERSITY

ГАЗПРОМНЕФТЬ

Синтетический массив данных по климату Арктики

- Основные выходные данные: Атмосферное давление, скорость ветра, температура воздуха, морские волны, лед и пр.
- Характеристики массива данных: 50 лет (каждый час), 120К точек, 18 уровней глубины, ~1500 параметров.
- Объем массива ~ 250 ТВ





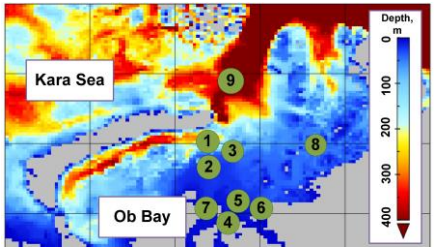
Массив данных готов к использованию для расчета шельфовых месторождений, а также исследованию динамики изменения экологической обстановки Арктики и Заполярья

ITMOre than a UNIVERSITY

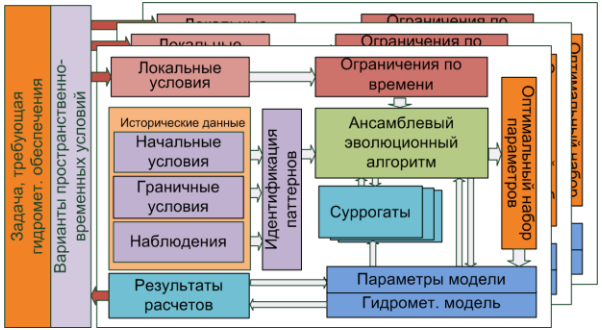
РОСНЕФТЬ

Калибровка региональных конфигураций моделей природной среды (на примере акватории Карского моря)

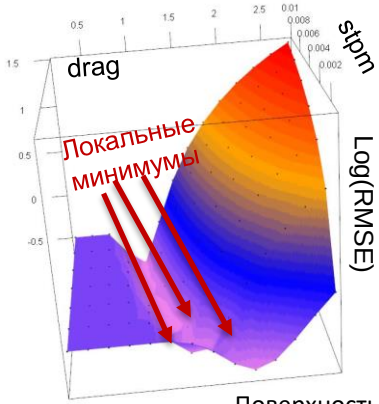
УНИВЕРСИТЕТ ИТМО



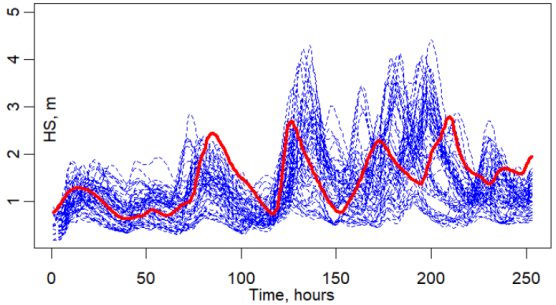
Пример области моделирования и набора данных наблюдений



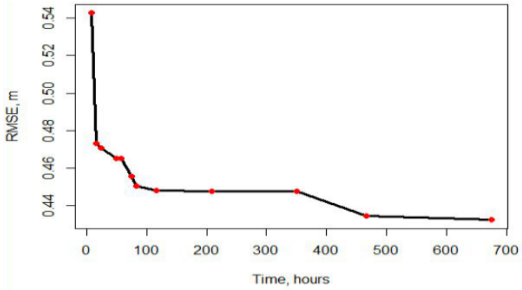
Структура программного комплекса для подготовки региональных конфигураций моделей



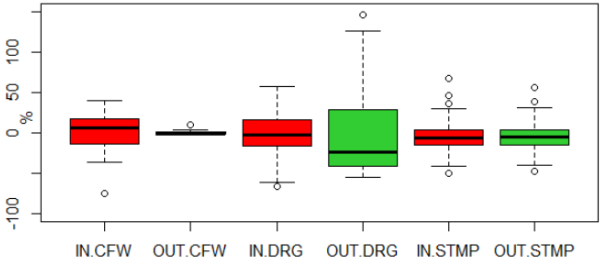
Поверхность ошибки в пространстве параметров



Имитация неопределенности модельных прогнозов значимой высоты волнения



Фронт Парето
«время настройки – ошибка модели»



Оценка чувствительности параметров

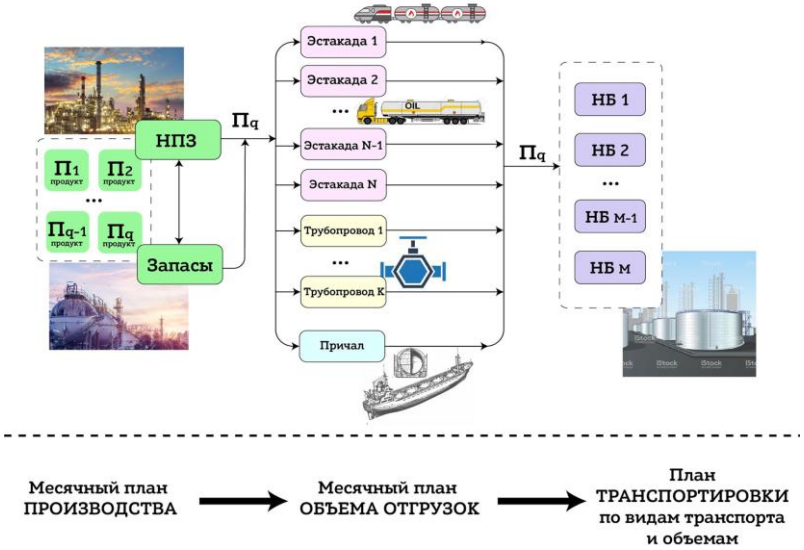
ITMOre than a UNIVERSITY

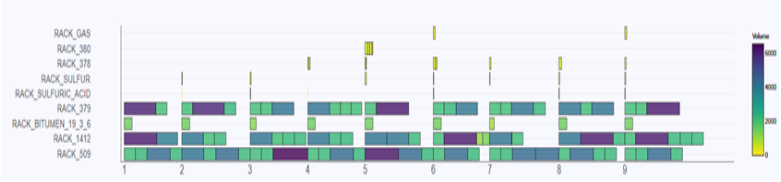
Оптимизация, логистика и управление персоналом

- *Зачем*: Повышение эффективности использования ресурсов (времени, денег, персонала, механизмов и т.д.)
- *Что*: Моделирование логистических потоков, создание эффективных планов загрузки ресурсов на основе методов прикладного искусственного интеллекта, создание гибких самонастраивающихся расписаний, ускорение и повышение качества проектно-изыскательских работ
- *Как*: Разработка подходов, технологий, методов управления качеством компьютерных моделей через усвоение данных, идентификацию, корректировку, валидацию параметров и структуры моделей с использованием технологий искусственного интеллекта (включая машинное обучение, интеллектуальный анализ данных). Основа для разработки систем поддержки принятия решений топ-менеджмента высокотехнологичных производств, связанных с процессами цифровой трансформации, кадровыми задачами
- *Результаты*: Модели и алгоритмы с элементами самообучения, прототипы в виде программного кода, внедренные на предприятиях программы для ЭВМ

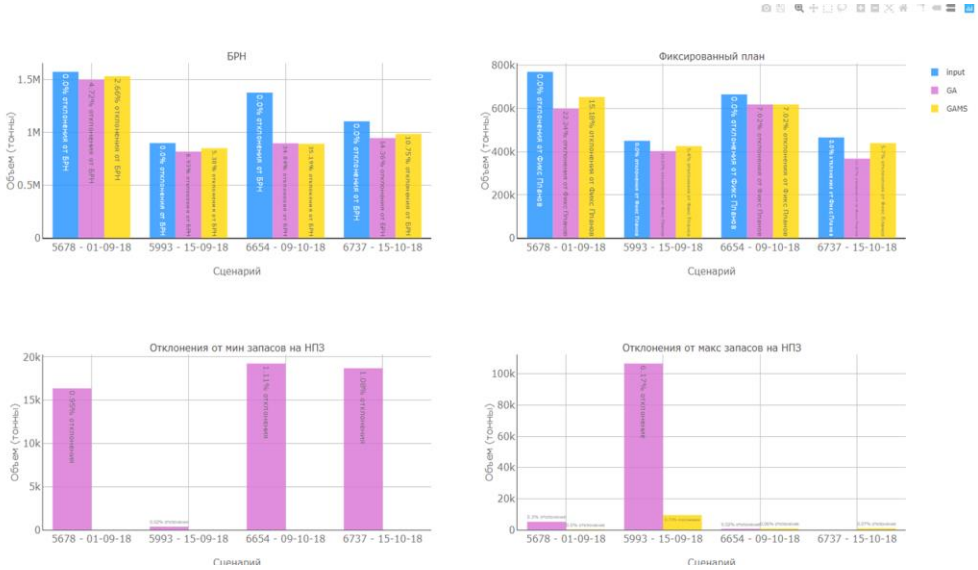
Логистика в нефтепереработке (оптимизация планирования)

Отгрузка и транспортировка нефтепродуктов

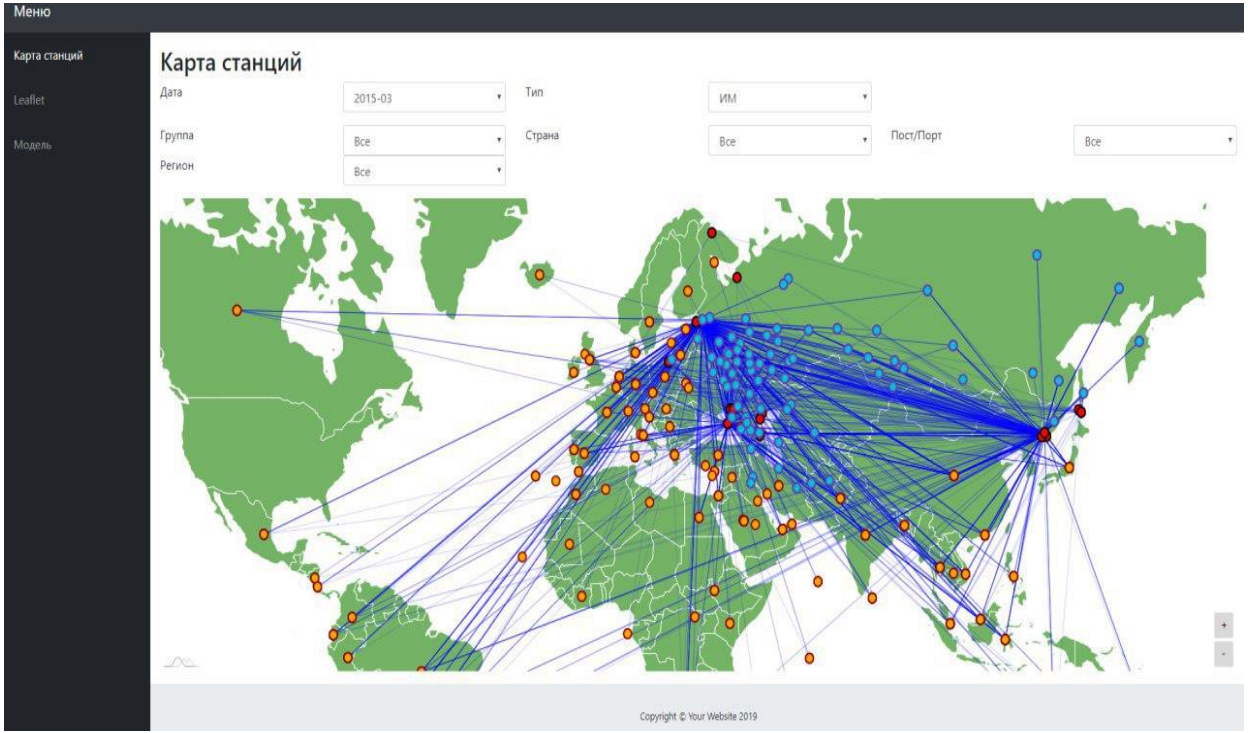




Выигрыш наблюдается по некоторым индикаторам, но значительный выигрыш по времени (~15-20 раз)

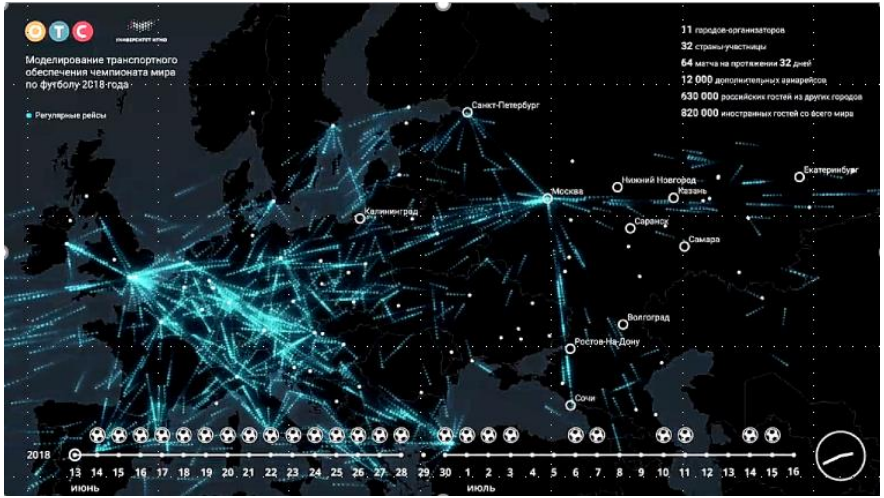


Логистика и транспортировка (на примере перевозки контейнеров)

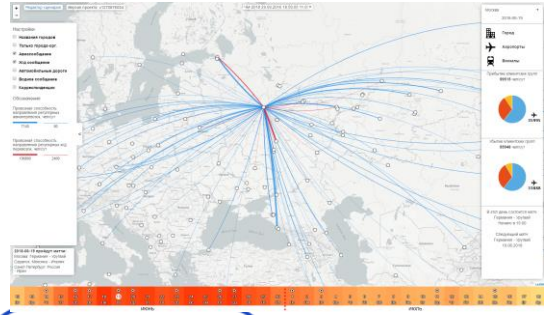


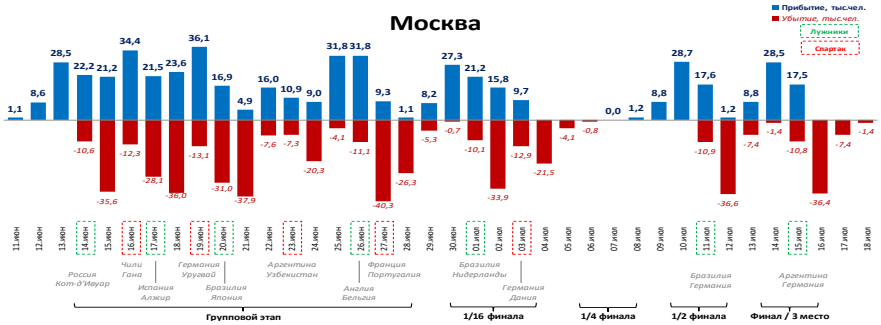
Рассчитывается и предсказывается распределение грузопотоков по портам и железнодорожным станциям РФ с целью оптимизации логистических цепочек для существующих и новых клиентов

Логистика и транспортировка (на примере доставки болельщиков на ЧМ2018)



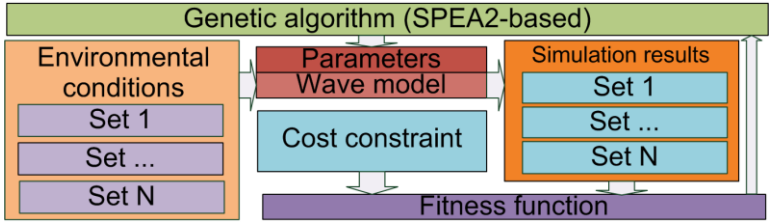
- С помощью генетических алгоритмов оптимизирована маршрутная сеть перевозок в период ЧМ-2018
- Алгоритм сверх-быстрой маршрутизации на основе RAPTOR позволяет выполнять мультикритериальный роутинг агентов с учётом выкупа билетов на междугородние перевозки
- Спрогнозирована нагрузка на транспортные узлы на каждый час, создана СППР
- Гарантирована успешность проведения ЧМ



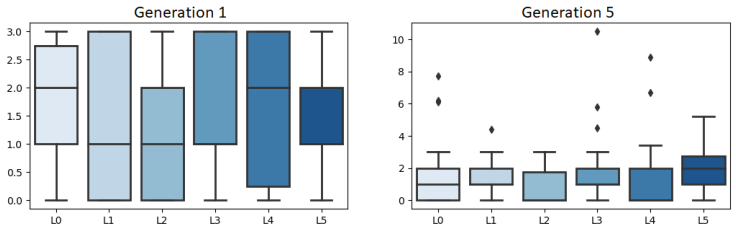


ITMOre than a UNIVERSITY

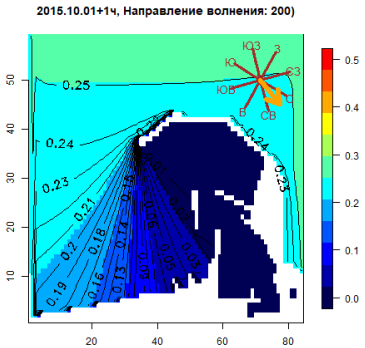
Структурная оптимизация гидротехнических сооружений (акватория порта г. Сочи)



Концептуальная схема применения многокритериального эволюционного алгоритма



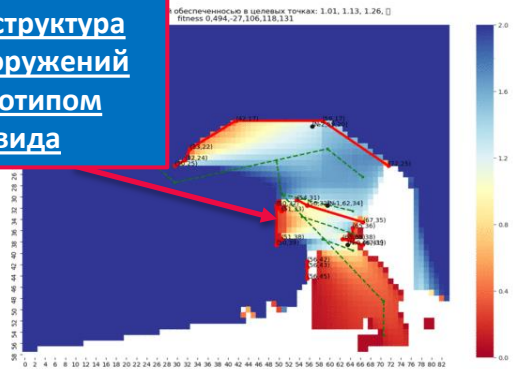
Пример сходимости длин доп. конструкций в ходе эволюции



Моделирования варианта сооружений

Пример волнозащитного сооружения

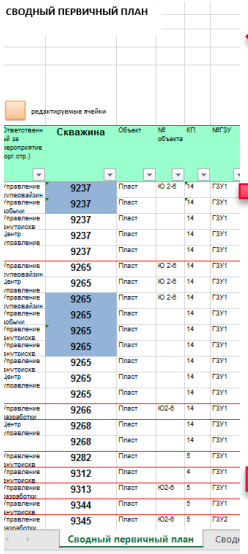
Пространственная структура волнозащитных сооружений определяется генотипом каждого индивида



Визуализация конструкций в ходе эволюции

ITMOre than a UNIVERSITY

Планирование ресурсов (на примере обслуживания скважин)



ручные операции

автоматизация расчета

показатели

Добыча с новых скважин, тн	Добыча с существующих скважин, тн	Недоборы, тн
Суммарно за 3 месяца		
204626	457019.1	29270.8
сентябрь		
14724	139652.9	25106
октябрь		
72052	159236.2	4164.7
ноябрь		
117850	158130	0

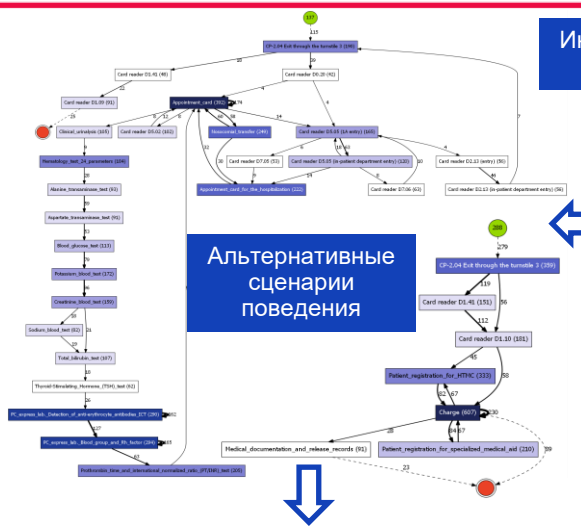
показатели

Существенно упрощена процедура расчета показателей, выявлены «узкие места», оптимизированы операционные затраты

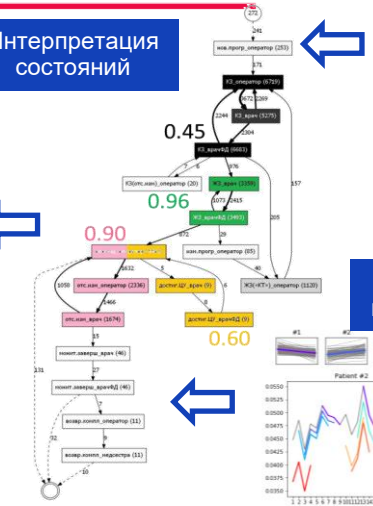
Бизнес-процессы на предприятиях и в организациях

- Моделирование процессов функционирования социо-информационных систем
- Моделирование информационных процессов
- Поведение агентов: субъектов и объектов бизнес процессов

- Примеры систем: здравоохранение, управление кадрами, разработка и применение правовых норм
- Пилотный проект: цифровая клиника (НМИЦ им. В.А. Алмазова)

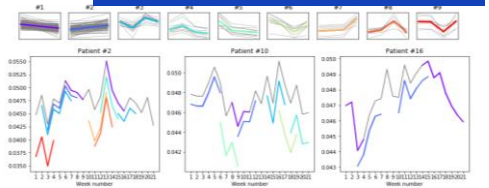


Альтернативные сценарии поведения

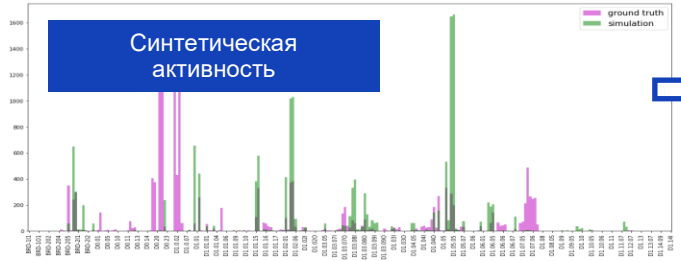


Интерпретация состояний

Прецеденты предметных процессов



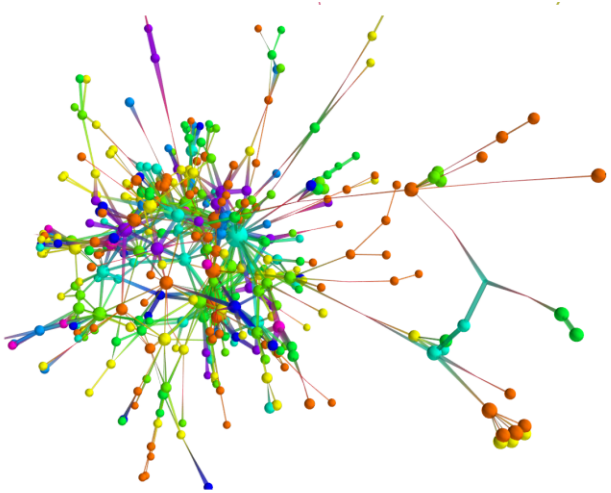
Шаблоны динамики количественных характеристик

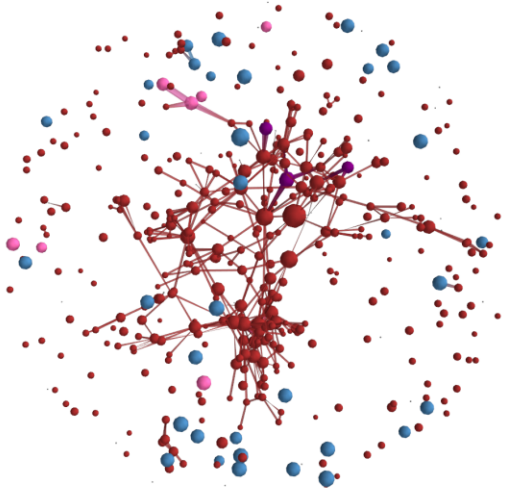


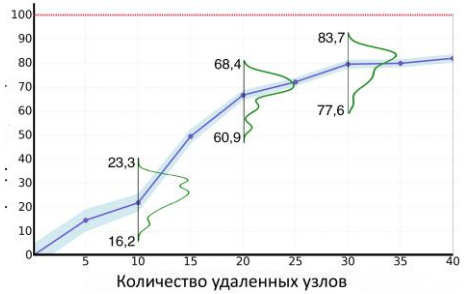
Синтетическая активность

Имитационное моделировнаие

Оптимизация сетевых структур







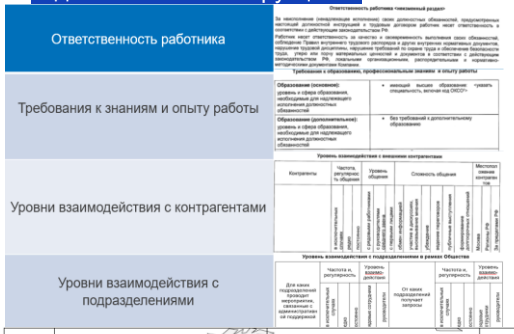
- На примере задачи разрушения структуры сети криминальных сообществ показана высокая устойчивость сетевых структур к внешним воздействиям:
  - удаление множества промежуточных узлов
  - удаление самих связных узлов
- Данный результат обеспечивается за счет эффектов самоорганизации сети
- Методика, в целом, может быть приложена к решению оптимизационных задач различного прикладного характера: оптимизация сетей операторов связи или энергосетей, анализ социальных сетей и проч.

Цифровой образ сотрудника

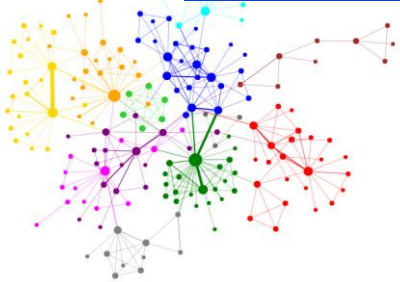
- Моделирование профессиональной активности в рамках коллаборативных бизнес-процессов
- Моделирование сетей сотрудничества
- Персональные «профессиональные траектории»
- Субъективные и объективные оценки сотрудников
- Исследование «климата» компании

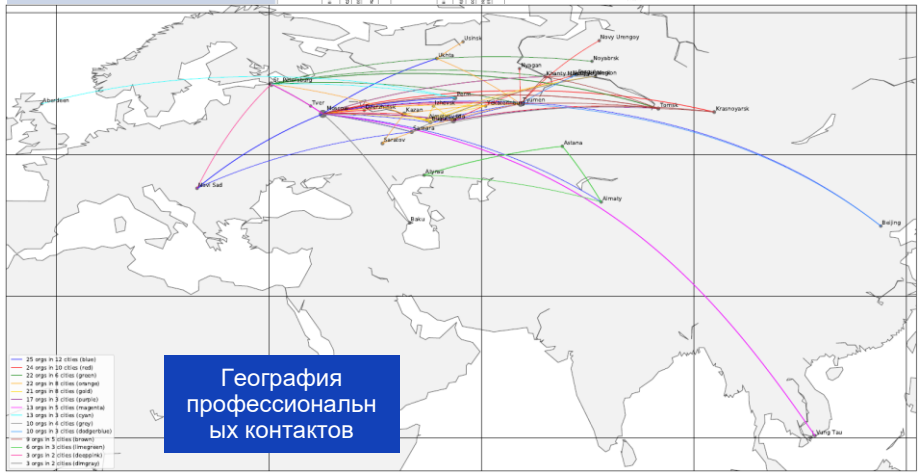
Примеры перспективных СППР: оценка компетенций, профессиональные рекомендации (выбор стажировки), эмоционально-психологические оценки (самооценка, личное планирование, отпуска сотрудников)

Анализ персональных должностных инструкций



Граф профессиональ-





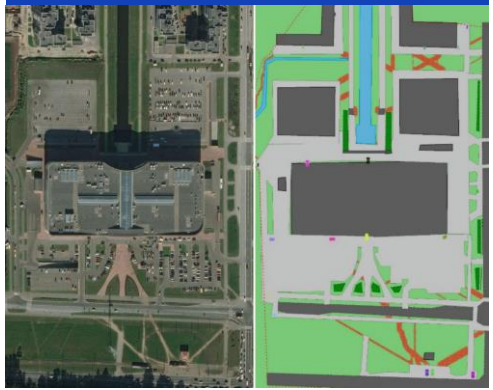
География профессиональных контактов

Цифровой образ горожанина

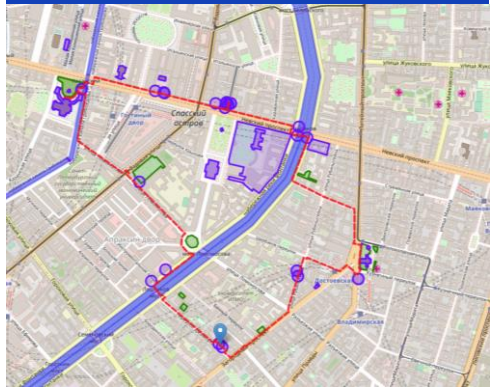
- Моделирование паттернов людей перемещения в городской среде
- Моделирование социально-демографического состояния
- Моделирование финансово-экономического состояния индивидуума
- Персональные траектории движения
- Предпочтения в выборе объектов массового обслуживания
- Оценка конкурентоспособности и привлекательности объектов массового обслуживания
- Оценка обеспеченности людей услугами
- Оценка небезопасного поведения людей и криминогенности среды в районе объектов массового обслуживания

Примеры перспективных СППР: рекомендации к размещению городских услуг и объектов обслуживания населения, оценки инвестиционной привлекательности территорий, оценки криминогенности территорий, создание адаптивной городской среды

Анализ перемещений людей в городской среде

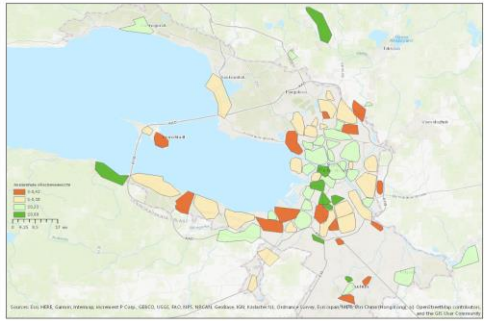


Построение маршрутов перемещения населения в городской среде

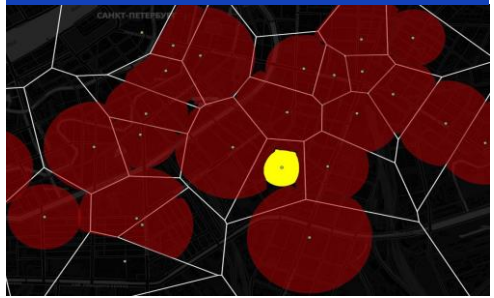


Обеспеченность территории услугами и объектами массового обслуживания

Обеспеченность отделениями Сбербанка по ареалам активности горожан



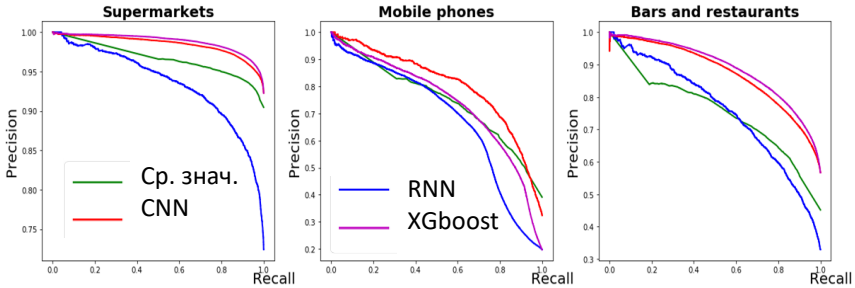
Конкуренция объектов обслуживания населения



Финансовые цифровые технологии

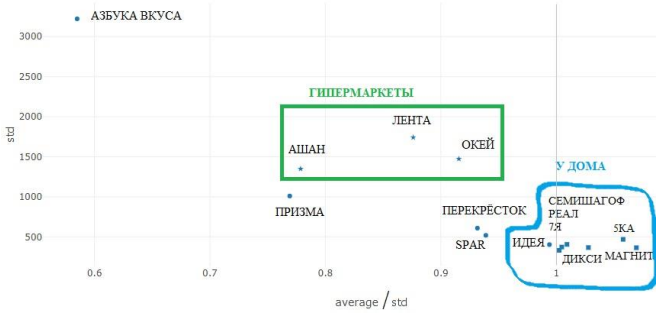
- *Зачем*: Повышение эффективности методов воздействия на респондентов в части принятия тех или иных решений при неочевидном выборе со стороны финансовых или иных агентов влияния
- *Что*: Агрегация, обработка и анализ персонифицированных и деперсонифицированных данных с целью создания персонифицированных систем поддержки принятия решений в финансовой среде и других социальных сферах
- *Как*: Система построения, обучения и использования моделей цифровых личностей следующий категорий: Homo Digitalis Domus (бытовой цифровой аватар), Homo Digitalis Pro (профессиональный цифровой аватар), Homo Digitalis Virtual (синтетический цифровой аватар), Homo Digitalis Civitas (социальный цифровой аватар), Homo Digitalis Habitans (резидентный цифровой аватар)
- *Результаты:* Разработан ряд методов и технологий, необходимых для поддержки полного жизненного цикла системы, включая методы и технологии моделирования личностных характеристик, их влияния на выбор и принятие решений, организацию коммуникационных сред и моделей социальных сетей цифровых личностей, эволюционных технологий обучения и рефлекции цифровых личностей на основе полученного опыта, систем поддержки принятия решений и персональных ассистентов, контроля прав доступа к данным. В текущее время – набор действующих прототипов самообучающихся моделей, часть из которых внедрены в бизнес-процессы действующих предприятий (банков) в виде программного кода. Готовность системы в виде завершенного программного прототипа – в 2020 г.

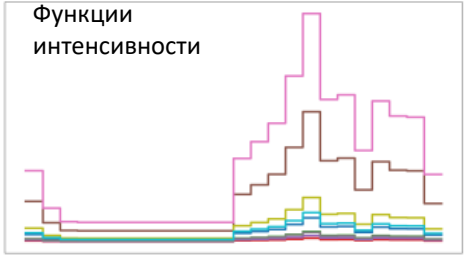
Предсказание платежного поведения респондента



Предсказание категорий трат в следующем месяце

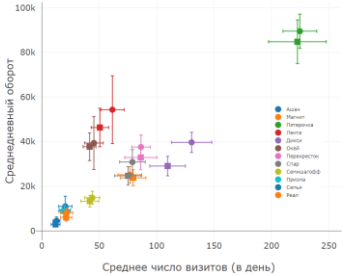
Сегментирование ритейлеров

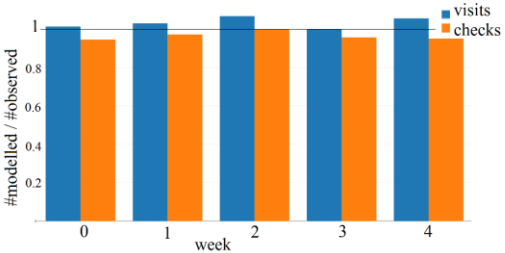




(a)

Предсказание факта и времени следующей траты





Агрегированная динамика

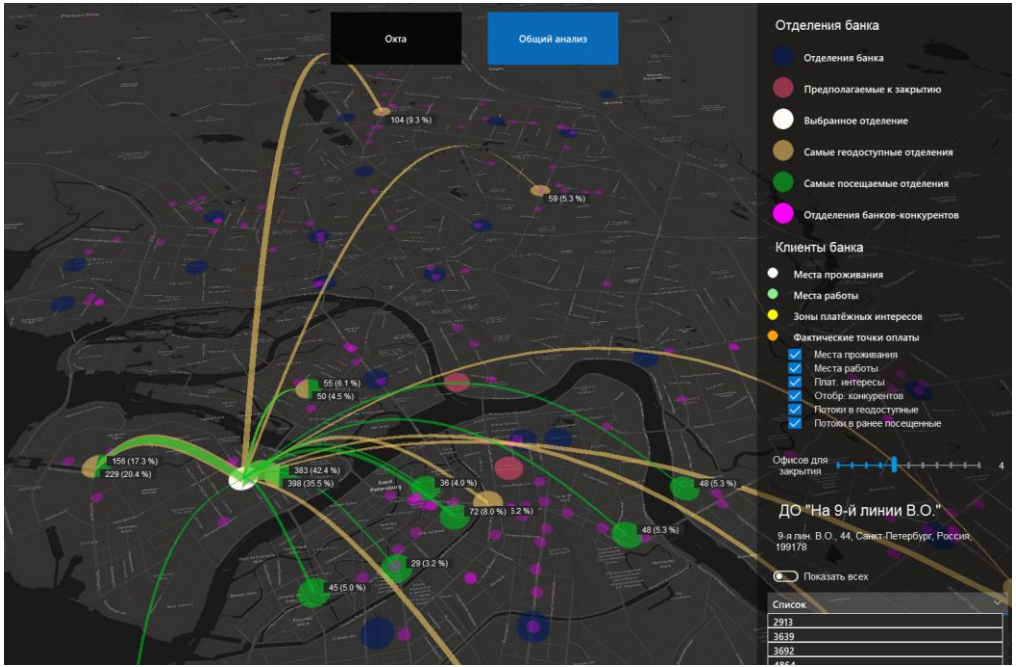
Эмпирические агентные модели потребительской активности в ритейл-сетях

Решение задач оптимизации (на примере филиальной сети банка)

Финансовые цифровые технологии

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Оптимизация филиальной сети по критерию геодоступности



Прогнозирование числа визитов в точки филиальной сети

Построение гибких графиков работы

ITMOre than a UNIVERSITY

БАНК САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

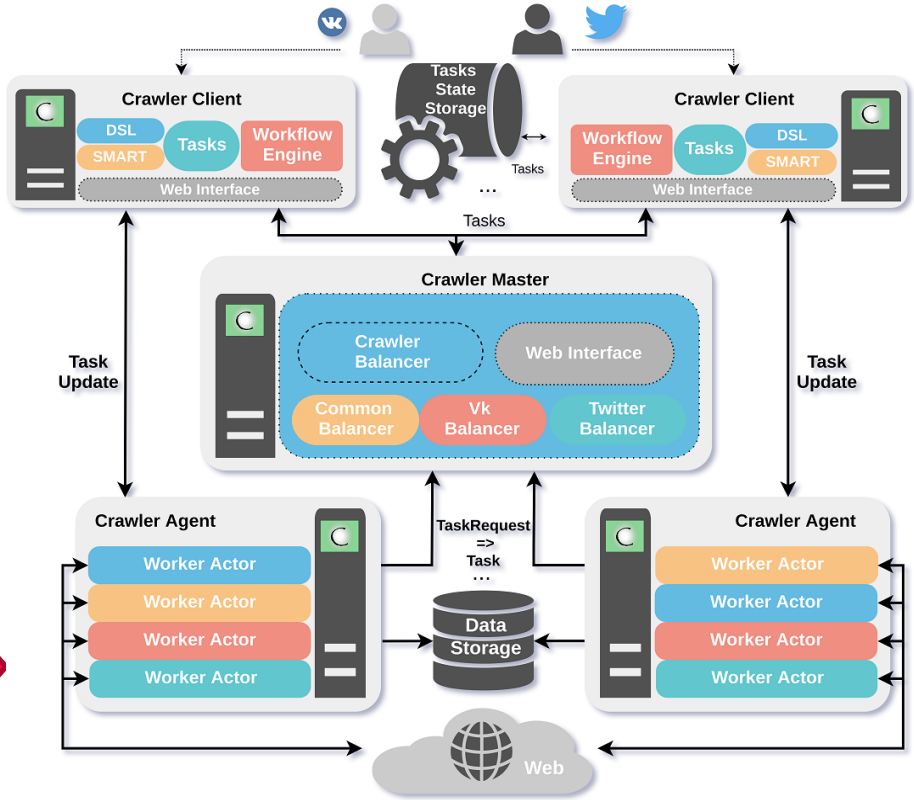
Информационные технологии и инфраструктура

- *Зачем*: Управление большими массивами данных, необходимыми для функционирования таких систем, как BI-платформы; сервисы платформ «интернета-вещей», характеризующихся обработкой огромных массивов данных от первичных датчиков; Data management Platforms, позволяющие построить целевую аудиторию и формировать рекламу на основе интеллектуального анализа данных о пользователях
- *Что*: Инфраструктура (алгоритмическая, программная и аппаратная), предназначенная для сбора, обработки, хранения и управления данными, необходимыми для функционирования платформ интеллектуальных моделей
- *Как*: Переход от традиционных подходов по работе с большими данными к подходам по работе со знаниями в форме интеллектуальных моделей, обучаемых на больших данных
- *Результаты*: Текущий статус представлен прототипом облачной платформы для реализации бизнес-процессов участников рынка интеллектуальных моделей с использованием данных из различных источников; демонстраторами технологий интеллектуального ассистента сбора данных, интеллектуальных ассистентов в логике чат-ботов, генерации фотореалистичных синтетических выборок для обучения интеллектуальных моделей; программной системой высокопроизводительной обработки специализированных временных рядов сенсорных данных турбин с интегрированными функциями когнитивного анализа; программным модулем интеллектуального сбора и обогащения данных цифровых профилей пользователей из открытых источников сети Интернет; и др. К 2021 г внедрение программного обеспечения цифровой платформы и инструментов для построения, обучения и использования интеллектуальных моделей на основе пространства агрегированной информации из закрытых и публичных источников; платформа включает подсистемы – «биржу больших данных» и «биржу интеллектуальных моделей»

Интеллектуальные средства сбора данных

- **Распределенная архитектура** с поддержкой нескольких одновременных клиентов и возможностью горячего подключения новых узлов-обработчиков
- **DSL и чат-бот** для описания сценариев сбора данных
- **Workflow Engine** - генерация задач и отправка в мастер
- **Балансировщики нагрузки** для различных типов задач, контроль за расходом ресурсов и “вежливость” по отношению к собираемому сайту
- Поддержка хранилищ и форматов: HDFS, Kafka, MongoDB, PostgreSQL

Все вместе - интеллектуальное ядро для эффективного сбора данных



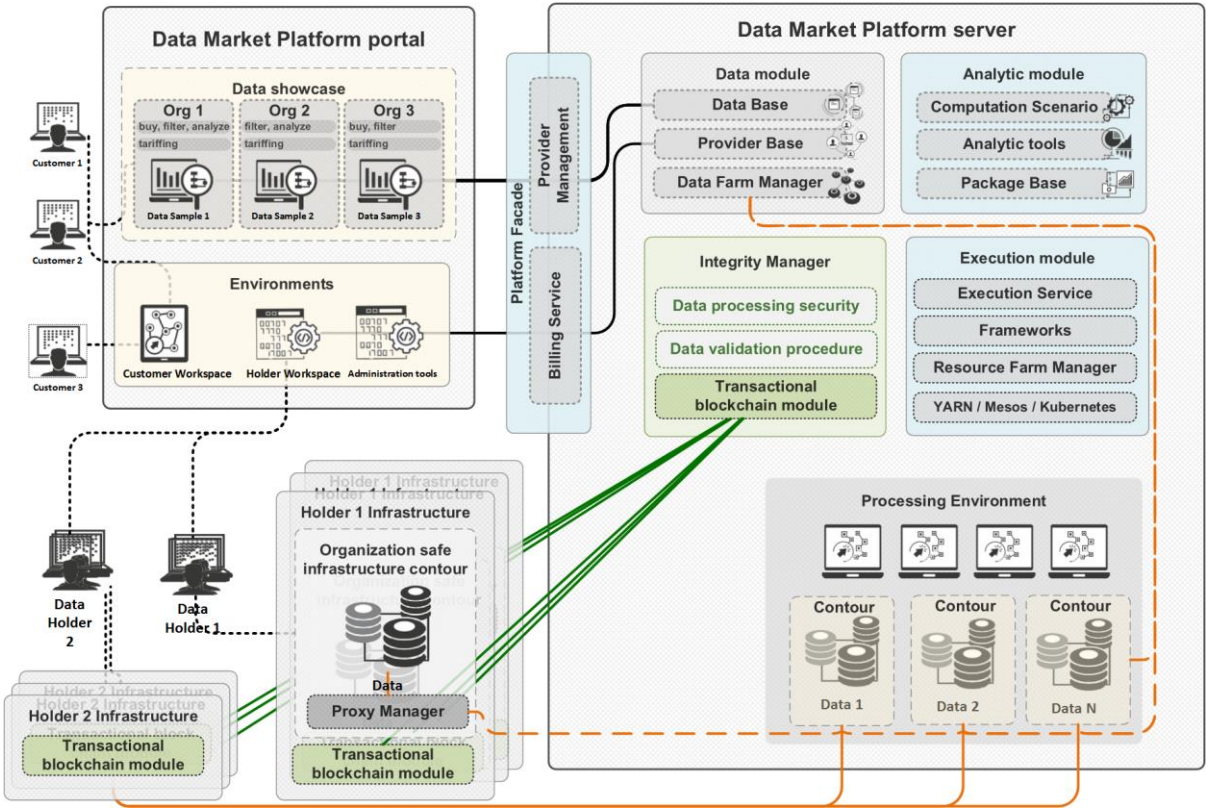
ITsMOre than a UNIVERSITY

Биржа данных (Data Mall)

Задача: Поиск, продажа, хранение, обработка и управление данными, необходимыми для платформы интеллектуальных моделей

Решение: Платформа «Биржа данных». Состоит из трех основных частей: (1) **портал** DMP, (2) **сервер** DMP и (3) **инфраструктура** провайдера

- Портал DMP включает в себя: выставочные залы и рабочие среды для клиентов, владельцев данных и администраторов
- Сервер DMP предлагает открытый функциональный API
- Держатель данных может иметь собственный контур частной инфраструктуры, интегрированный с DMP



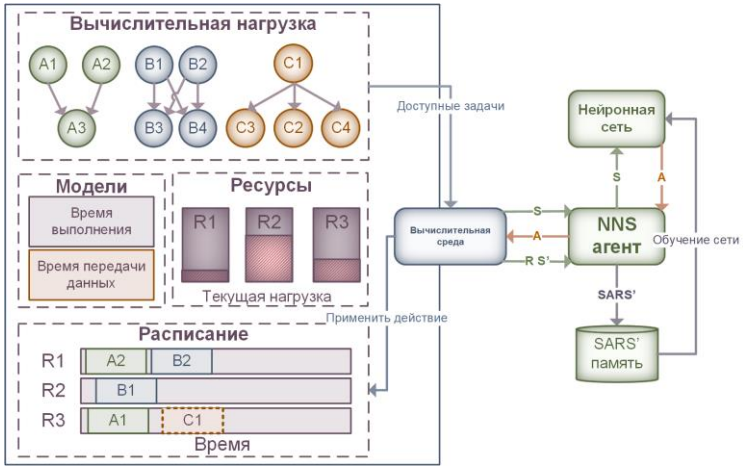
Планирование композитных приложений на основе искусственного интеллекта

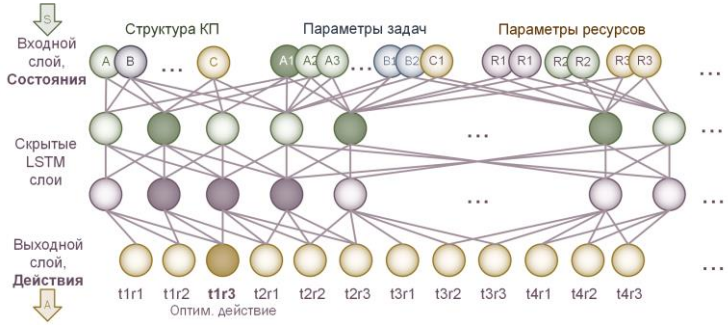
Задача планирования – оптимизационная проблема распределения вычислительной нагрузки по вычислительным ресурсам

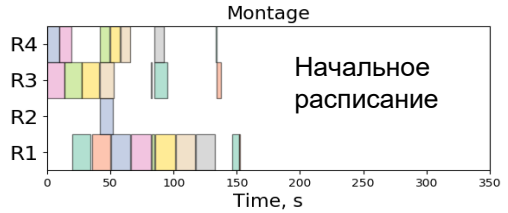
Решение: «Планировщик» композитных приложений. Алгоритм основан на:

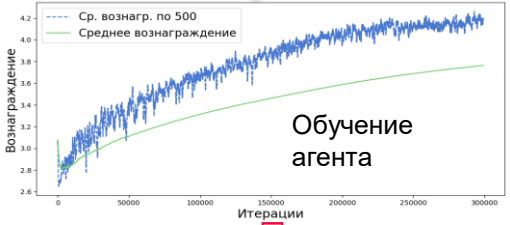
- Принципе *обучения с подкреплением* (SARSA агент, Q-Learning)
- *Нейронных сетях* в качестве аппроксиматора функции полезности

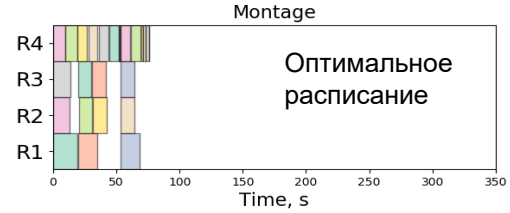
Эффект: Достижение производительности, эффективности, масштабируемости и адаптивности алгоритма планирования







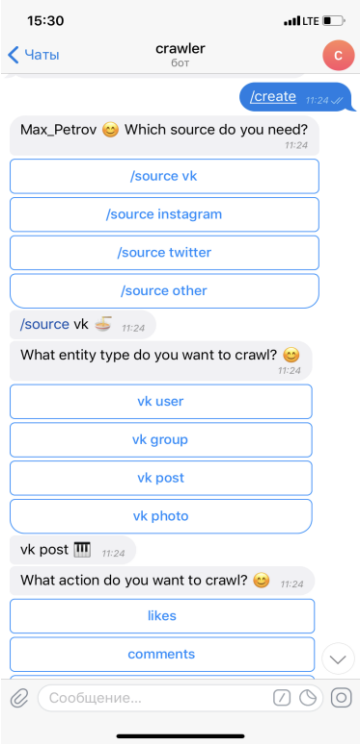


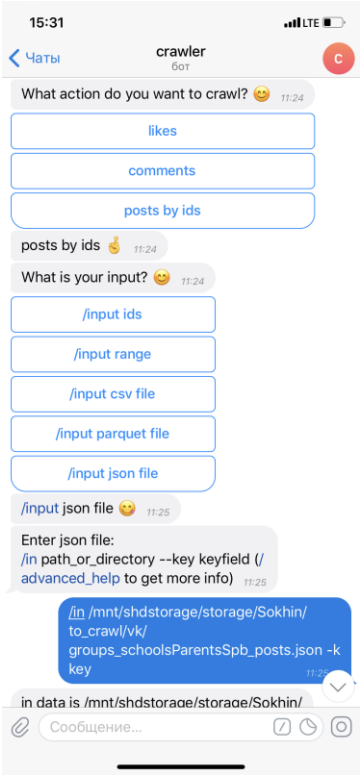


Поиск релевантной информации и разработка чат-ботов

Задача: поиск релевантной информации.
Решение: Предметно-ориентированные **чат-боты** на основе сочетания 3-ех подходов, используемых для представления данных, индексации и поиска релевантной информации и генерации ответов:

- **data-driven AI** – использование методов машинного обучения, в т.ч. deep learning (BERT, DAE, CNN / LSTM)
- **model-driven AI** - использование классических скоринговых методов (tf-idf и пр.) и методов на основе извлечения отношений или графа знаний
- **transfer learning / fine-tuning** – перенос и корректировка моделей, предобученных на открытых датасетах для снижения требований к количеству данных





ITMOre than a UNIVERSITY

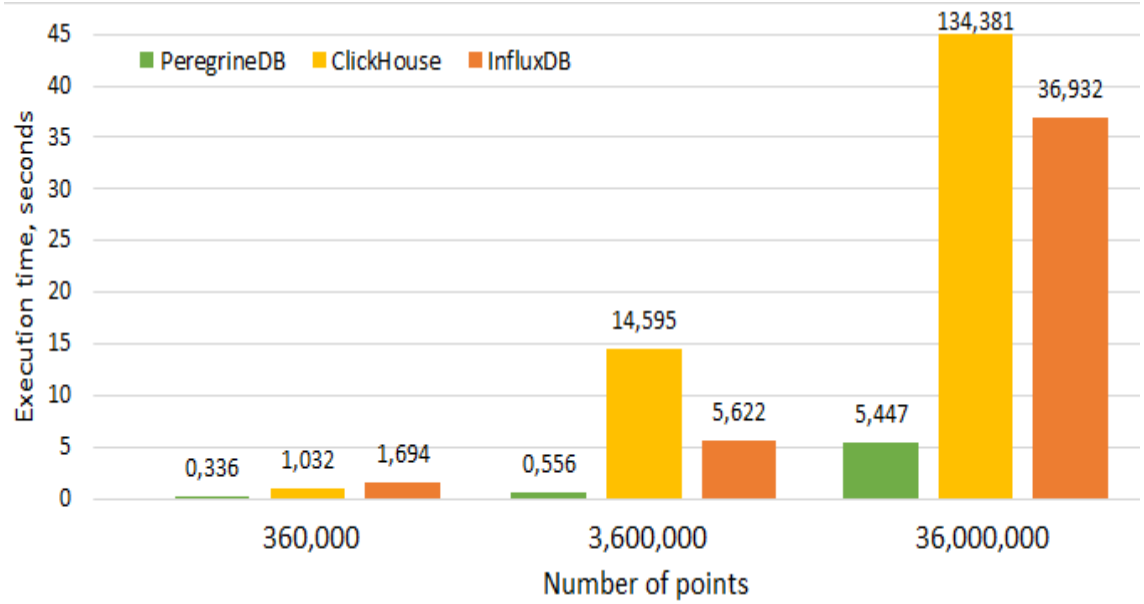
База данных временных рядов – «PEREGREEN»

Задача: хранение больших объемов временных рядов за десятки лет в облачных платформах (Amazon S3, Google Cloud)

Решение: «Peregreen» – бинарное хранилище, построенное с нуля с учетом специфики работы с временными рядами

Что умеет «Peregreen»:

- **Поиск** по сложным условиям в миллиардах записей в пределах 100-200 миллисекунд
- **Извлечение** 15 миллионов записей в секунду на одной машине
- **Загрузка** 2 миллионов записей в секунду на одной машине
- **Сжатие** данных в 6.5 раз (Delta + Zstandard)
- **Семплирование** и **агрегация**
- Легковесный **индекс** (1 миллиард записей – 1 мегабайт)
- **Расширяемость** новыми форматами входных/выходных данных и хранилищ (файловая система, Amazon S3, HDFS)

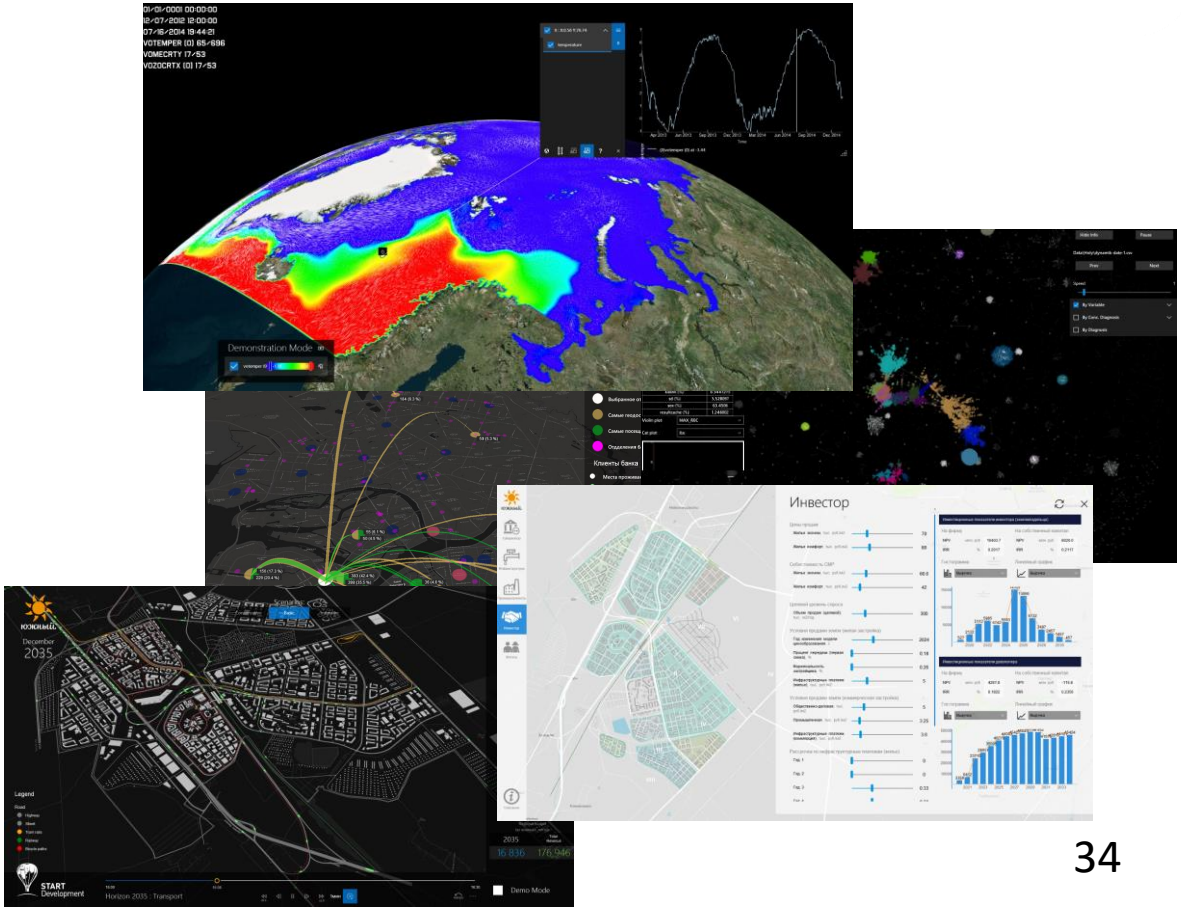


Разработка инструментов визуальной аналитики

Задача: интерактивная визуализация больших объемов динамических данных

Решение: Разработка прикладных инструментов интерактивной визуализации и визуальной аналитики данных на основе современных 3D и web технологий.

- Возможность работы с большими массивами данных в реальном времени (десятки гигабайт)
- Визуализация сложных динамических процессов
- Разработка как локальных (толстый клиент) так и распределенных систем визуализации (тонкий клиент)



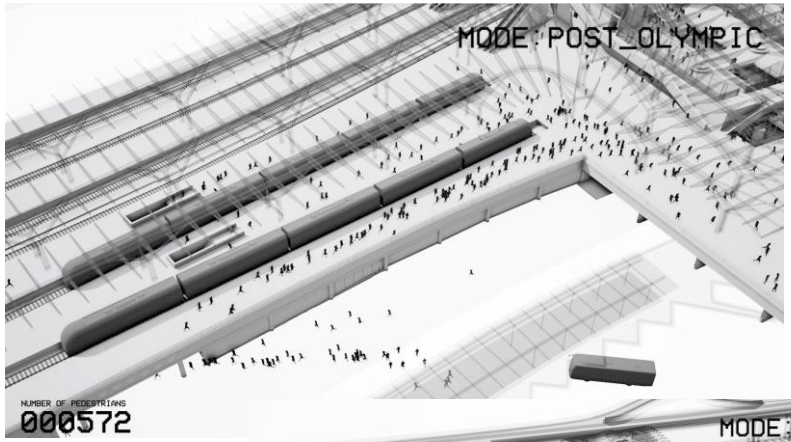
Платформа мультиагентного моделирования

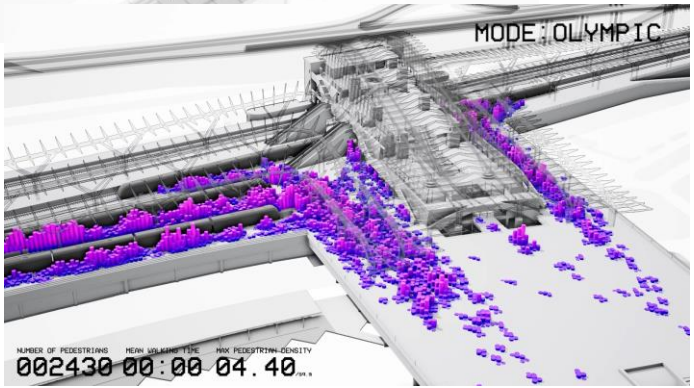
F.Crowd Platform

Задача: Интерактивное имитационное моделирование поведения человеческого социума

Решение: Платформа **F.Crowd** обеспечивает возможность моделирования сразу на трех уровнях абстракций (1) **операционный**, (2) **тактический** и (3) **стратегический**

- Независимое использование разных моделей в рамках одного расчета и пространства на разных уровнях абстракций
- Динамическая смена расчетных моделей
- Интеллектуальная балансировка вычислительной нагрузки и точности моделирования в зависимости от структуры среды
- Интерактивное взаимодействие с объектами моделирования в runtime (aka computational steering)
- SDK для удобных средств разработки интерактивных решений с низким порогом входа (игровые движки)





Спасибо за внимание!

www.ifmo.ru
https://actcognitive.org/

ITsMOre than a UNIVERSITY

НЦКР