

ИИТМО

Генеративный искусственный интеллект в градостроительстве и управлении развитием территорий

Александр Валерьевич Бухановский

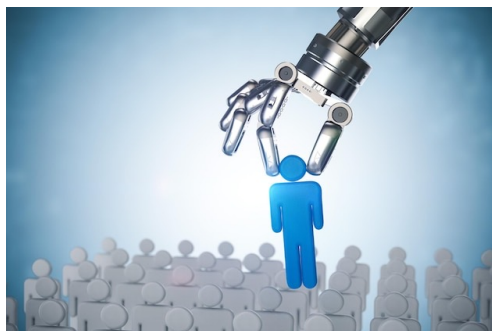
2 июля 2024



СОКРАЩЕНИЕ ИЗДЕРЖЕК!



ИИ для воспроизведения базовых когнитивных функций (массовый персонал с базовой квалификацией)

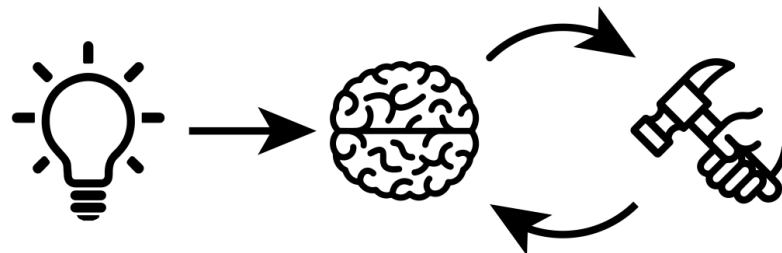


ИИ для поддержки производственных процессов (линейный персонал)



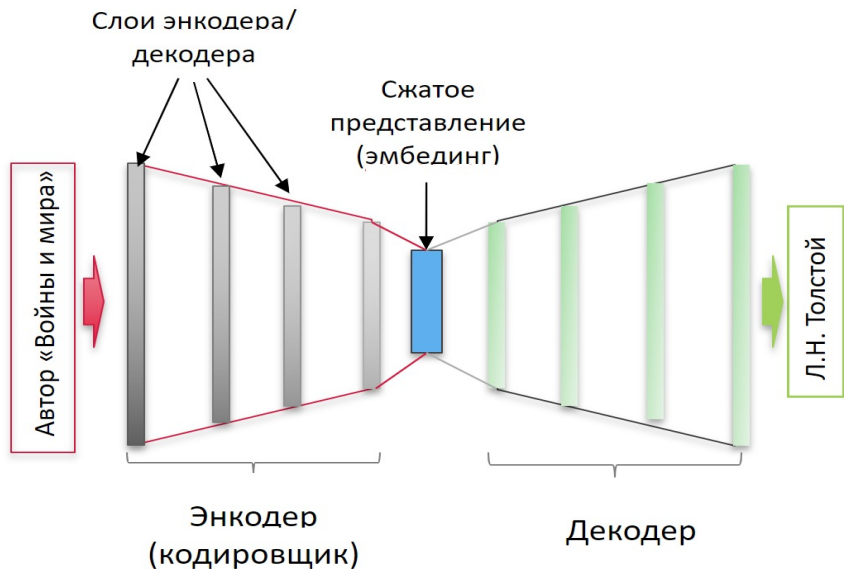
НОВЫЕ СПОСОБЫ ЗАРАБОТАТЬ!

ИИ для поддержки творческой деятельности в индустриях (креативный персонал, инженеры и ученые)

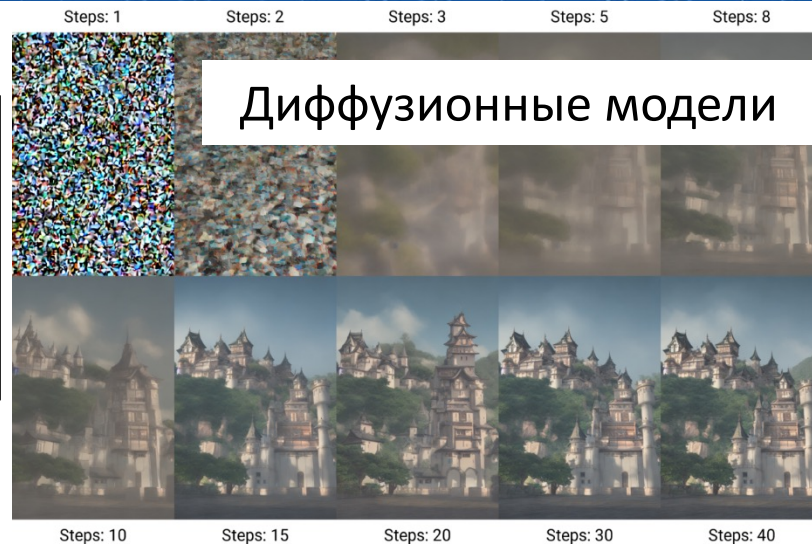


First Mover	Masterbrain	Assistant	Stage	AI Science Ability Score
HI	HI	HI	I	0
HI	HI	AI	II	1
HI	AI	HI	III	2
HI	AI	AI	IV	3
AI	AI	AI	V	6

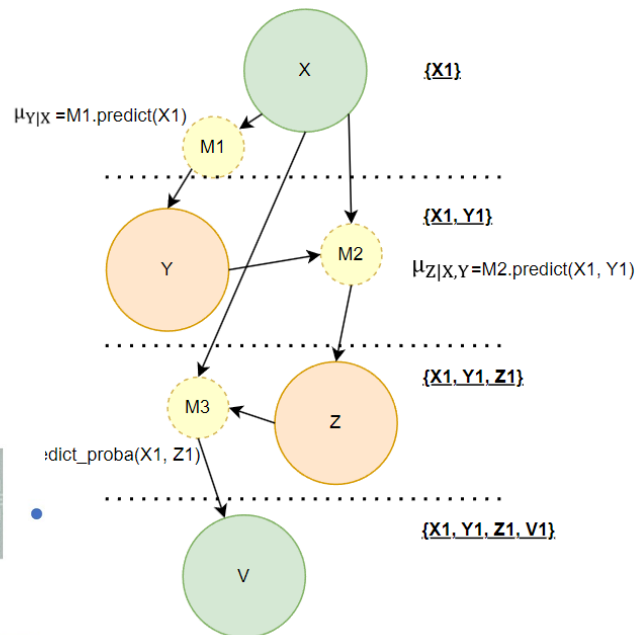
Генеративный ИИ – имитация творческой активности за счет многообразия сочетаний вариантов



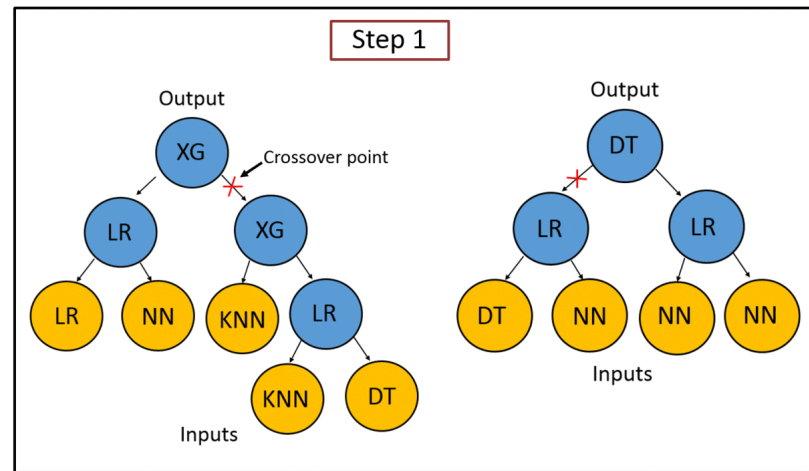
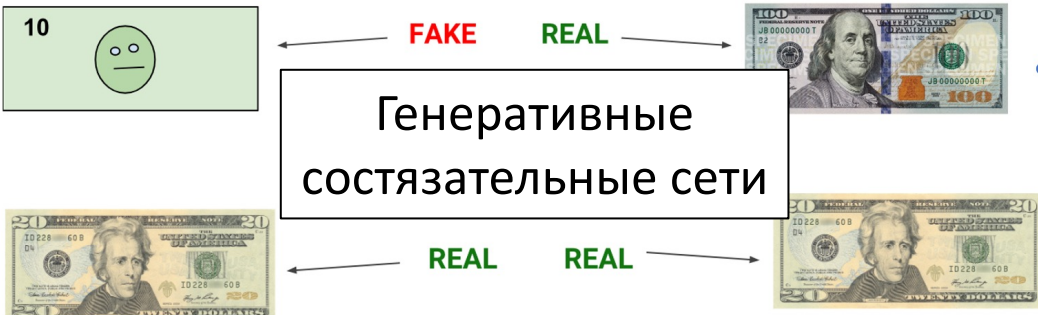
Современные модели
многомерных
распределений (байесовы
сети и пр.)

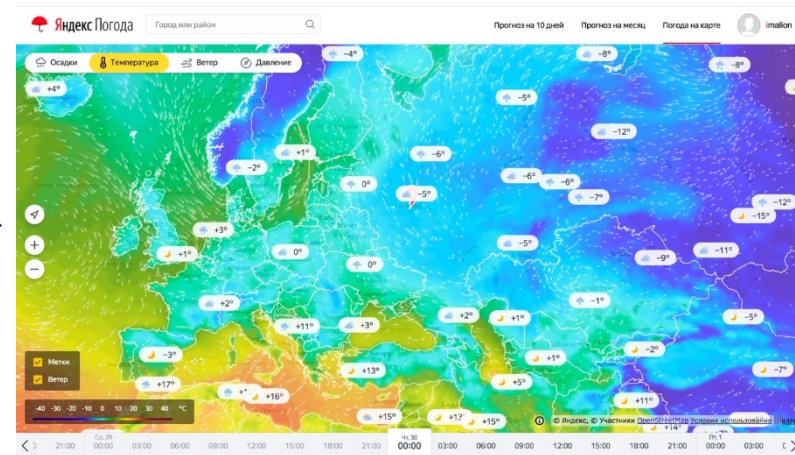
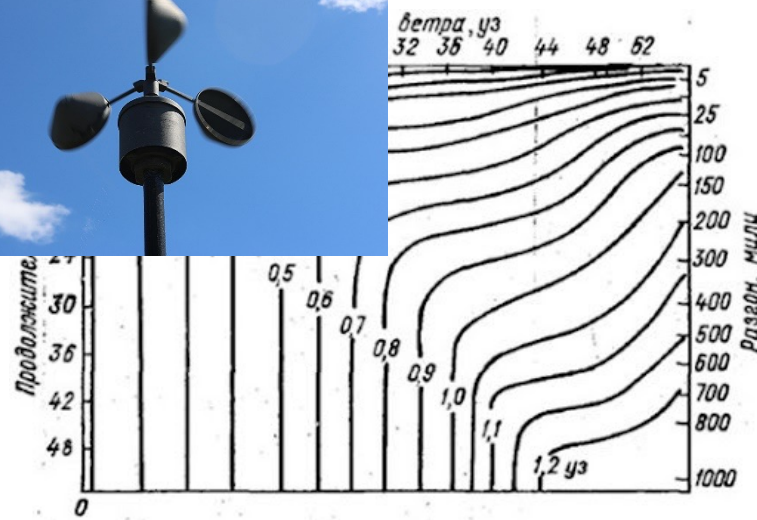
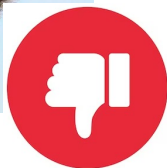


Большие языковые модели,
трансформеры и GPT



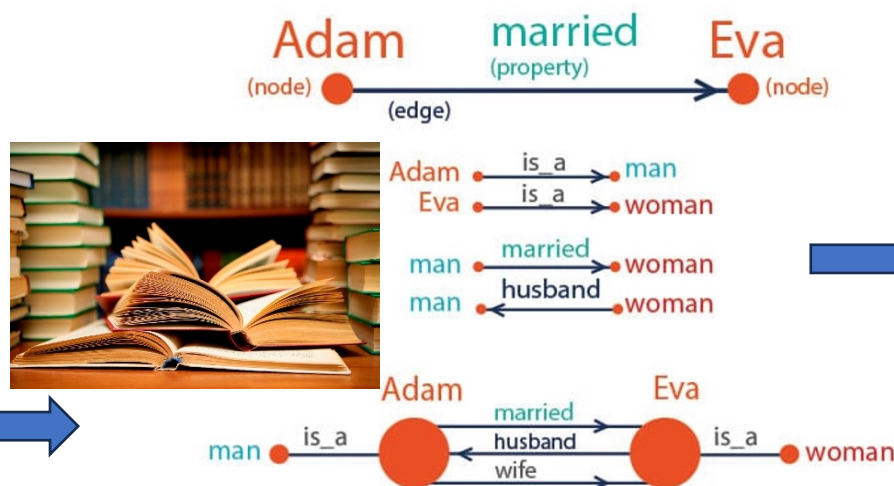
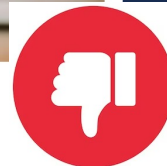
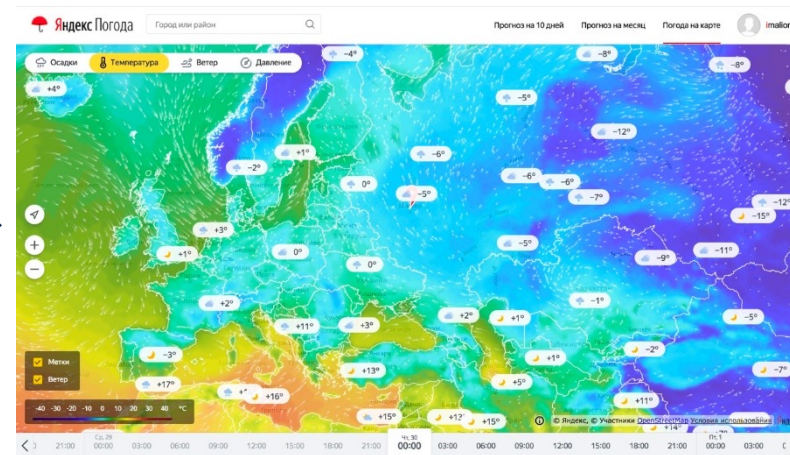
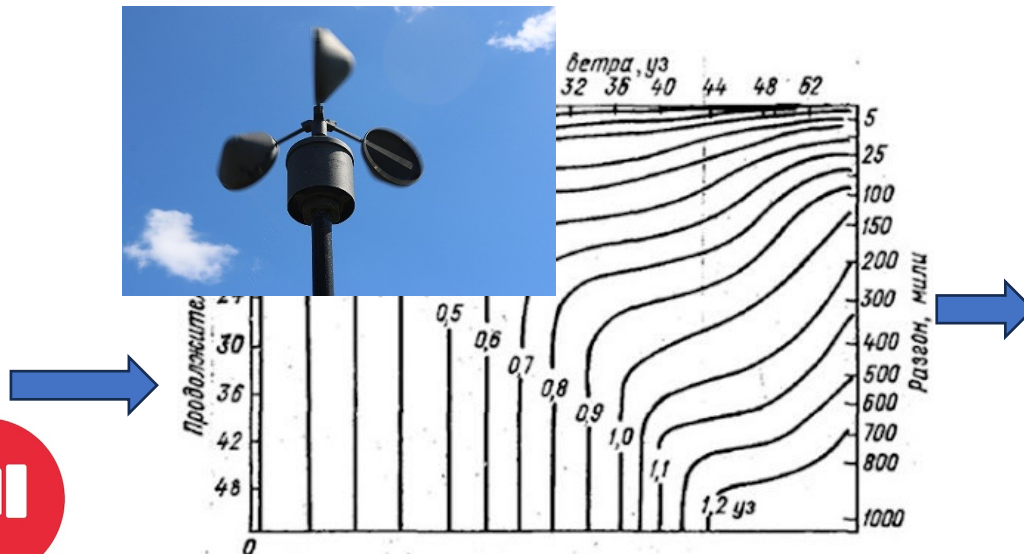
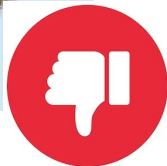
Эволюционные алгоритмы в
условиях неопределенности



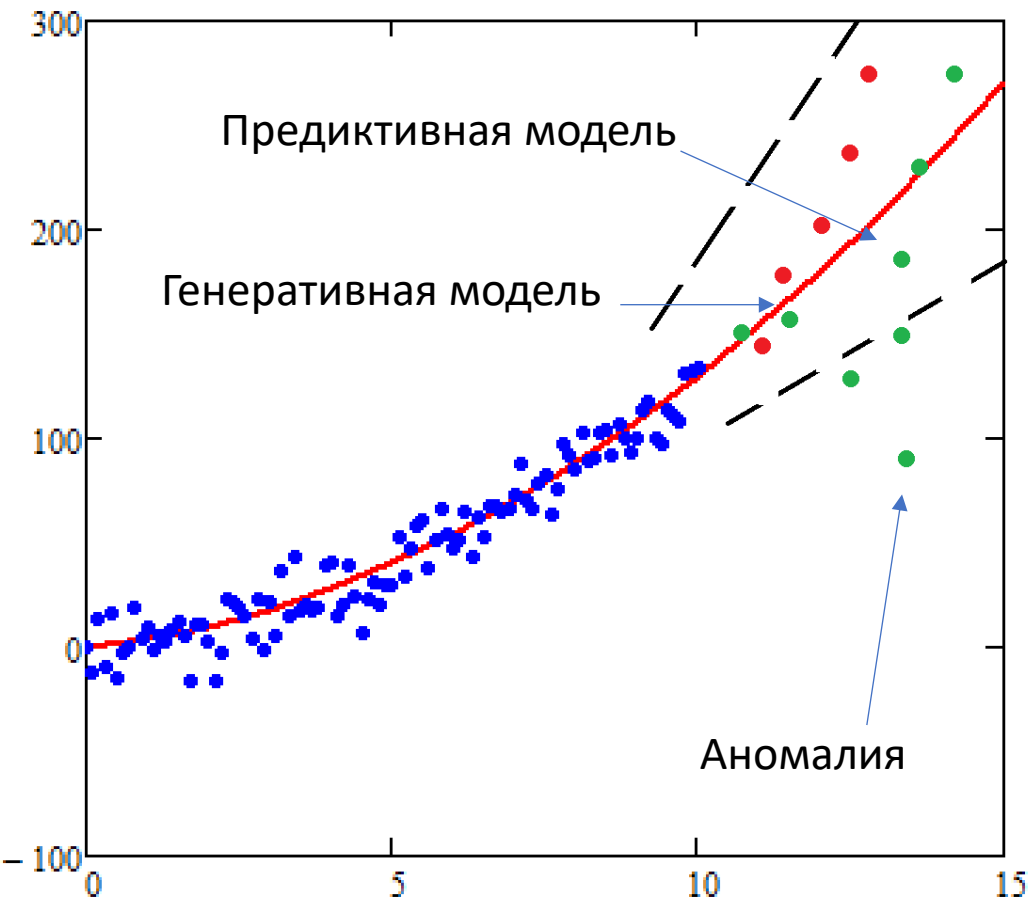


Как это происходит в естественных науках: от наблюдений – к расчетным моделям **разных поколений** на основе физических принципов

А можно ли сделать расчетную модель мира «в голове шамана»? 😊



Модель реального мира на основе «книжной мудрости»



Генеративный ИИ создает новые непротиворечивые объекты в условиях неопределенности (имитируя интеллект человека)

Варианты использования генеративного ИИ:

- ❖ Прогнозирование развития ситуации по модели
- ❖ Восстановление пропущенных (ненаблюдаемых) данных
- ❖ Оперативное усвоение данных в модели
- ❖ Определение всех возможных вариантов в заданных ограничениях (сценарные расчеты)
- ❖ Оптимизация (генеративный дизайн)
- ❖ Изучение синтетических сценариев

Объекты генеративного ИИ: тексты, изображения, музыка, а также... уравнения, чертежи, компьютерные программы и все, что можно закодировать

Характеристики экосистемы городов

- ❖ **Эволюционность:** история развития города не повторяется
- ❖ **Самоорганизация:** изменение условий вызывает реакцию городской среды
- ❖ **Многомасштабность:** последствия сказываются в разное время
- ❖ **Неопределенность:** городские процессы наблюдаются лишь фрагментарно
- ❖ **Антропоцентричность:** жизнь города определяется горожанами
- ❖ **Тяга к прекрасному:** хороший город – это не просто техническая система, а произведение искусства 😊



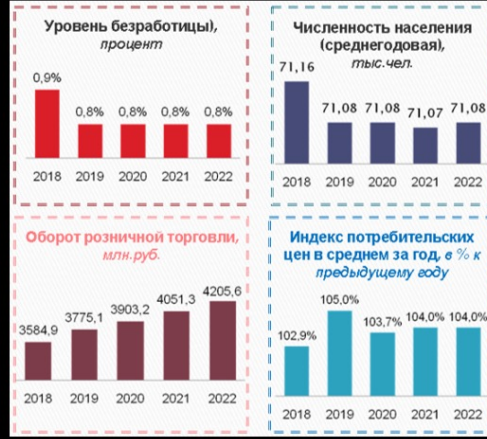
Если бы все города были Китежами, то ИИ-шникам жилось бы легче... 😊

Населенный пункт – объект градостроительной деятельности

ИИ города как субъект градостроительной деятельности



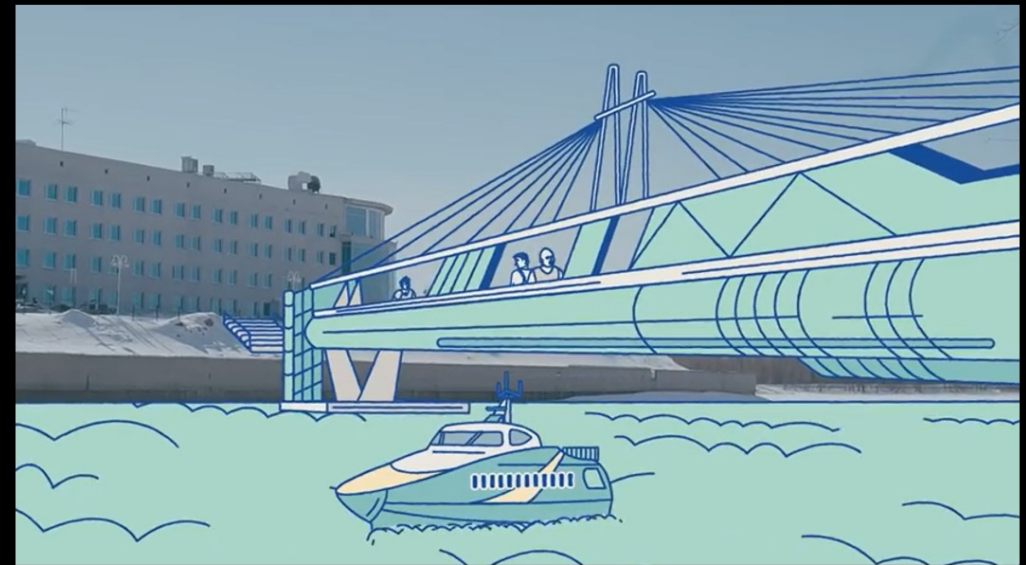
Модель городской среды



Модели отраслевых эффектов

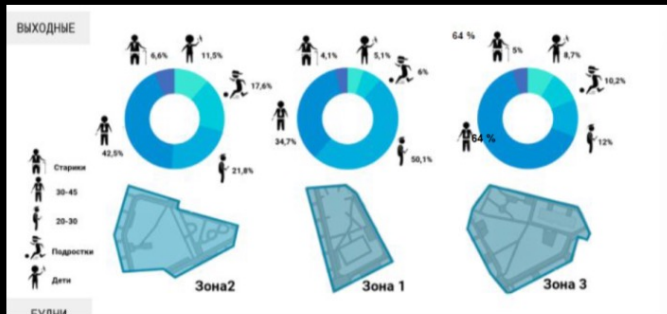


Коммуникационные навыки



Целевая модель развития города

Инструменты контроля



Модель населения



Историческое знание



Ценностно-ориентированный генеративный дизайн мастер-планов комплексного развития городских территорий (каждая картинка = проект + план-график реализации)

- ❖ Определенные социальные слои горожан максимально удовлетворены
- ❖ Правила и нормы застройки соблюдены
- ❖ Экономическая эффективность строительства и эксплуатации обеспечена

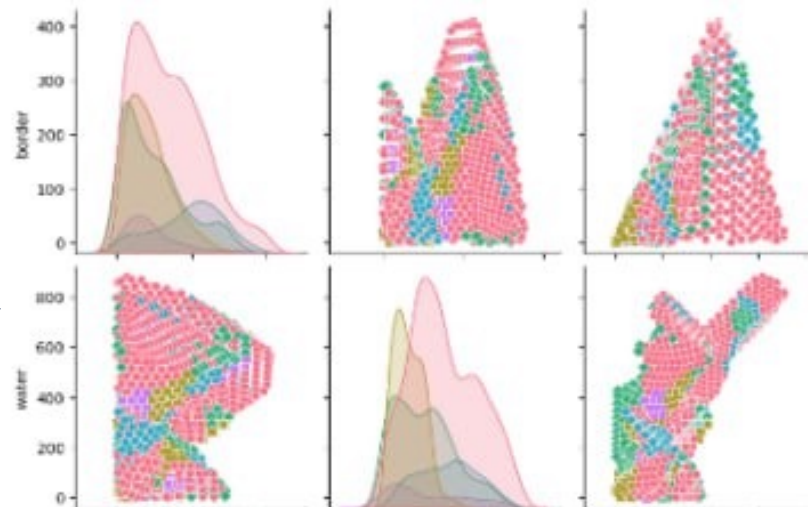
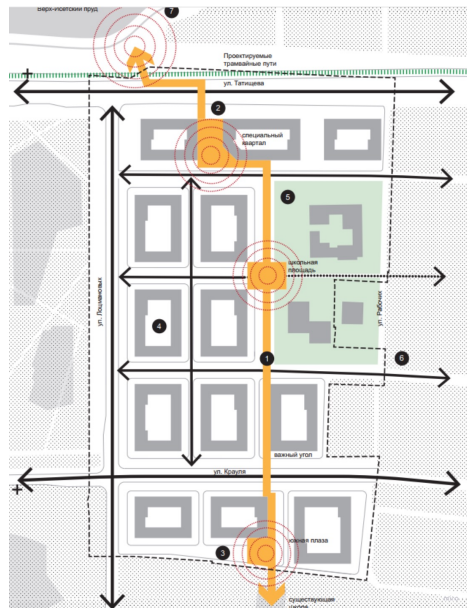
Обучение GAN на основе датасетов кварталов с однородной застройкой



Квартал для генерации

Ожидание нейросети

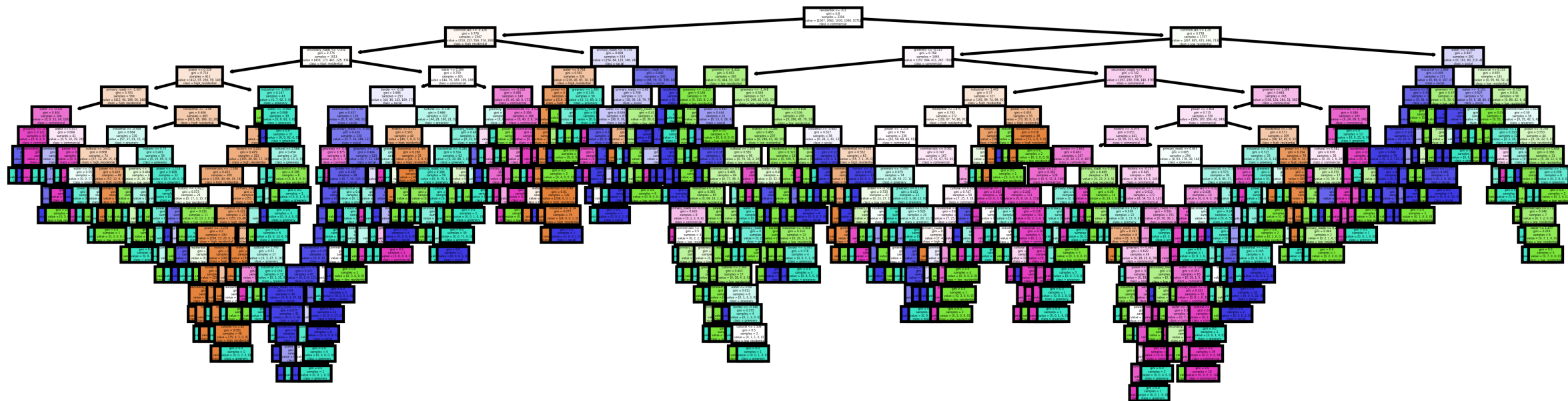
Реальность города



35 параметров городской среды и их структурирование в форме деревьев решений

Архитектурный замысел «а сделай мне проект в стиле позднего Кудрова...»

Как выглядит обобщенный архитектурный замысел:



Rocket Planner

Логин/Почта

Пароль

Войти

[Забыли пароль?](#)

[У меня ещё нет аккаунта](#)

Ценности базового жизненного комфорта:

- ✓ Оптимальный уровень удовлетворения потребностей
- ✓ Физическая безопасность
- ✓ Экономическая безопасность
- ✓ Личное благополучие

Социальные ценности горожан:

- ✓ Принадлежность к городским сообществам
- ✓ Устойчивые социальные связи
- ✓ Справедливое распределение городских общественных благ
- ✓ Инклюзивность
- ✓ Демократические ценности социального равенства
- ✓ Баланс личного и общественного благополучия

Экзистенциальные ценности горожан:

- ✓ свобода и осмысленность жизни
- ✓ свобода выбора личной жизненной стратегии (эмоции к городу)
- ✓ широкий спектр возможных поведенческих практик в пространстве города
- ✓ культурный капитал
- ✓ возможность личного и профессионального роста
- ✓ креативность и творческое развитие

**+эмоциональная
привязанность**

**! Свобода выбора
влияет на уровень
счастья**

**Ценности
стабильности**

Ценности развития

Материалистические
ценности

Индустриальная
экономика

Производство
Коллектив



Изменение требований к городской среде



Пост
материалистические
ценности

Пост
индустриальная
экономика

**Человек
!**

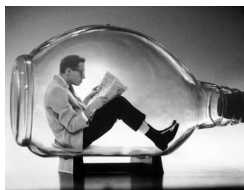
Жизненные ситуации

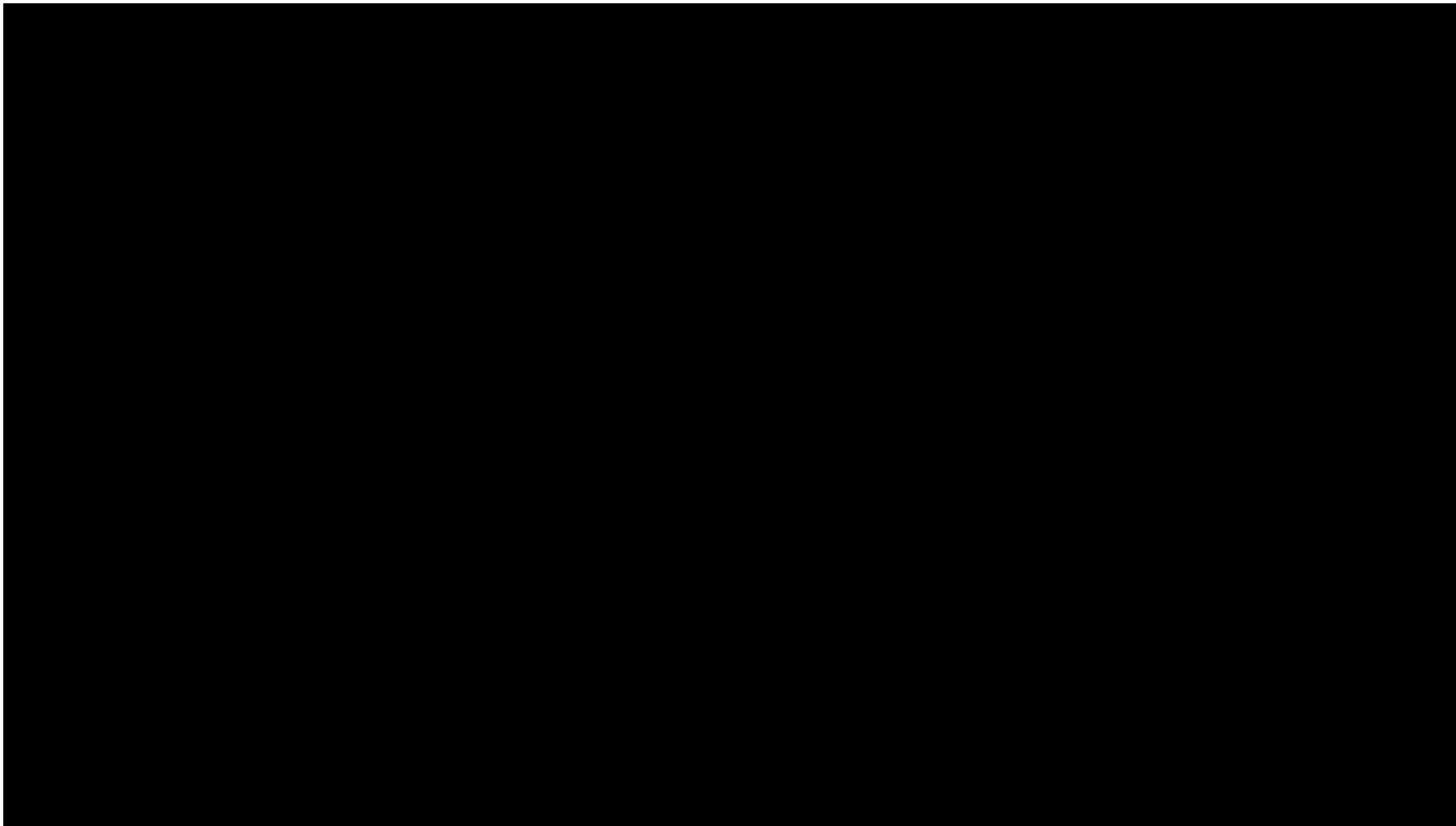
- ✓ События в жизни горожан, существенно изменяющие структуру потребностей.
- ✓ Жизненные ситуации могут быть **регулярными** (рабочий день, выходной, отпуск).
- ✓ Жизненные ситуации могут быть **чрезвычайными** (травма, ДТП, рождение ребенка).
- ✓ Жизненные ситуации могут быть **продолжительными** (самоизоляция).
- ✓ Потребности рассматриваются только в связке:

Социальная группа

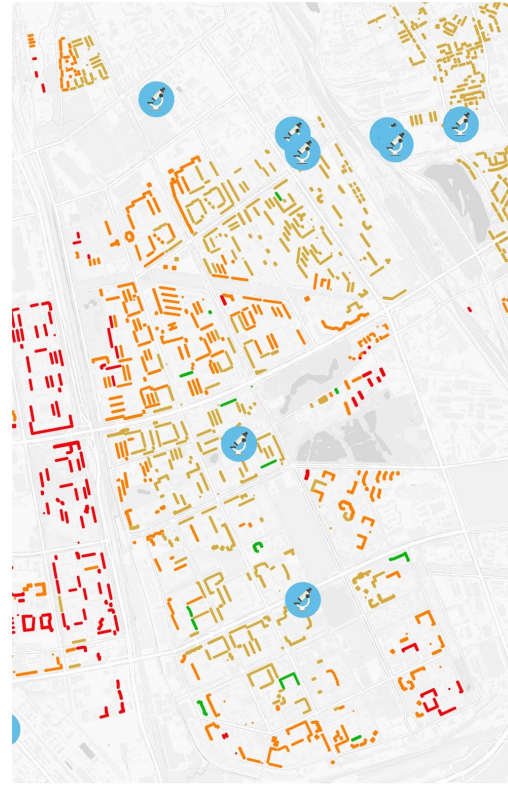
Жизненная ситуация

Потребности

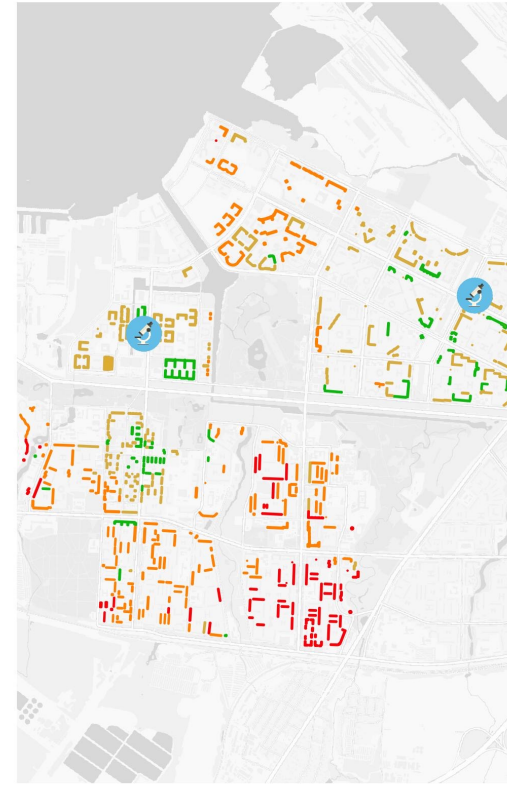




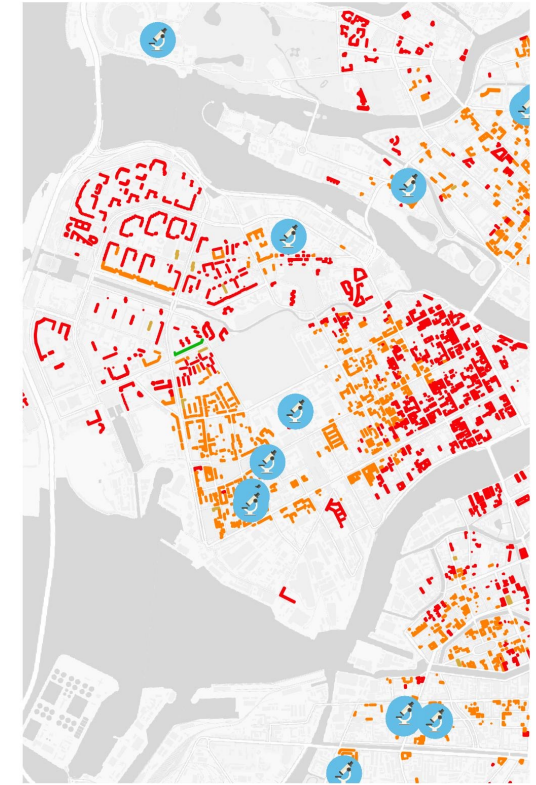
- ❖ Соотношение уровня заработной платы работников приоритетных индустрий с стоимостью аренда / покупки недвижимости
- ❖ Учет условий проживания на основе модели обеспеченности
- ❖ Учет потребностей на основе модели паттернов социально-возрастных групп
- ❖ Учет времени рабочих корреспонденций



Frunzenskiy district



Krasnoselskiy district

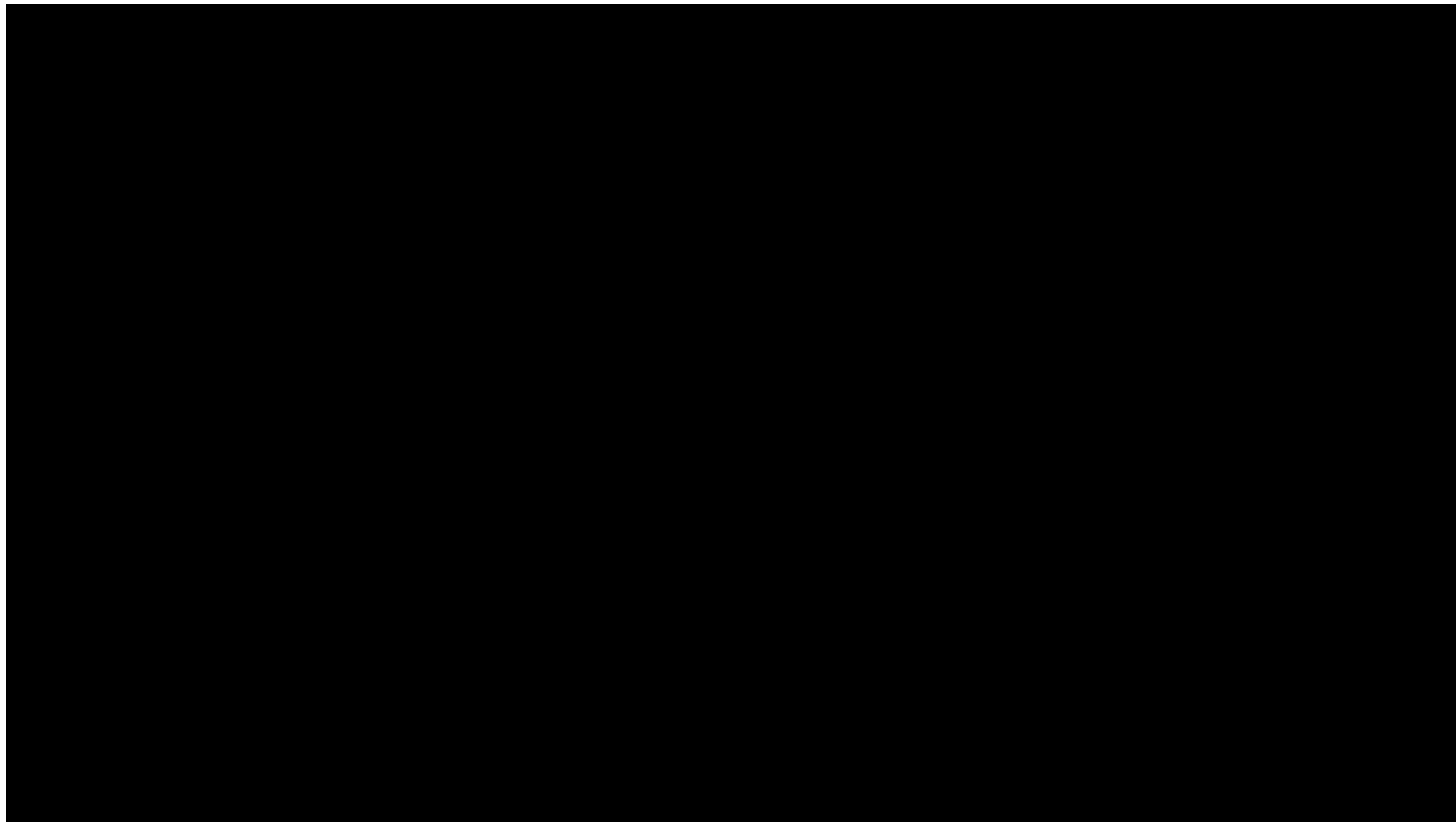


Vasileostrovskiy district

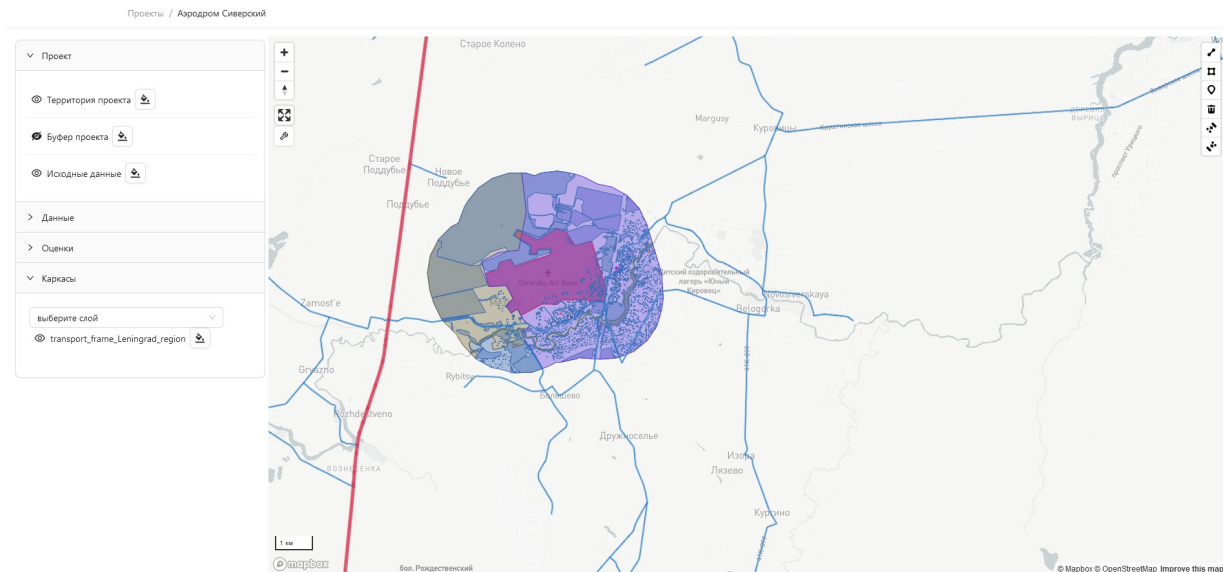


**Технология GEFEST –
генеративный дизайн
изделий и объектов в
сплошных средах**

- ❖ построение системы объектов с оптимальной геометрией посредством эволюционных алгоритмов
- ❖ управление границей поиска оптимальных решений
- ❖ подключение внешних моделей динамики сплошной среды
- ❖ ускорение за счет суррогатных моделей, многосвязные области, учет множественных критериев

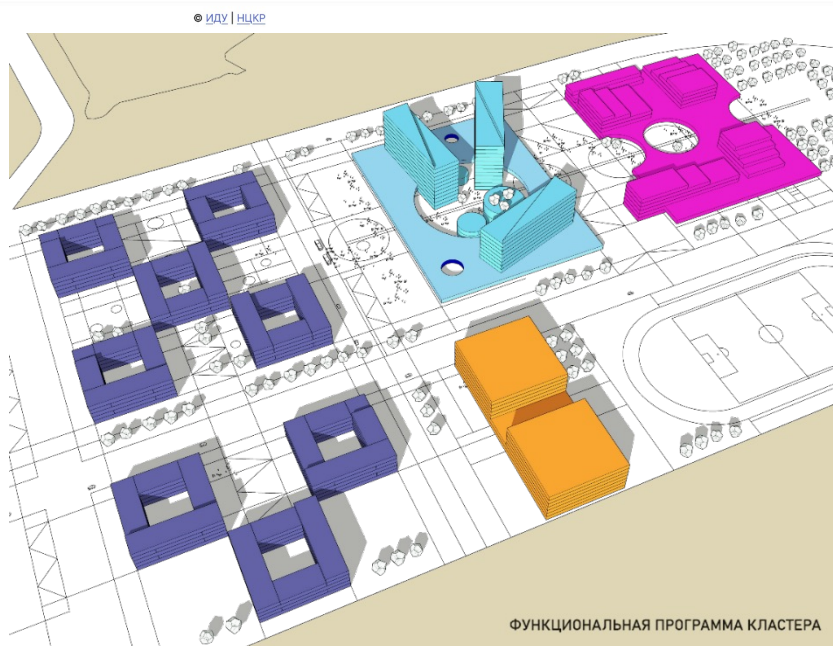
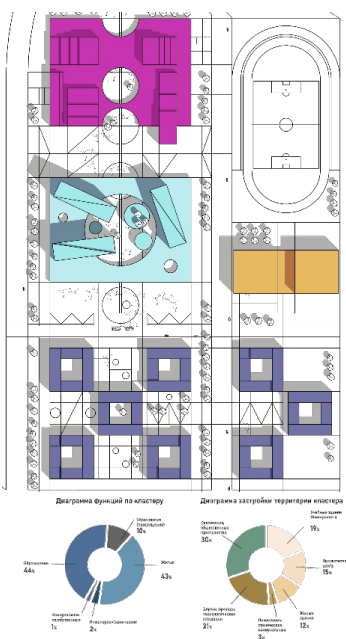


Пример: концептуальный дизайн промышленно-логистической инфраструктуры в Арктической зоне (порт в Обской губе) с учетом экстремальных температурных, ветро-волновых и ледовых воздействий



Проблема: комплексное планирование и контроль реновации/рекультивации масштабных (1000+ Га) территорий, временно потерявших хозяйственное значение (депрессивные территории, неактуальные промзоны, территории с массовыми разрушениями инфраструктуры)

Решение: облачная платформа для мастер-планирования на основе технологий ИИ (моделирование – генеративное проектирование) и сервисы мониторинга соответствия плана текущему состоянию территории



Функции: оценка территории, создание согласованных концепций, мастер-планов и детальных проектов, мониторинг соответствия нормативной документации

Система оценки и планирования строительных работ на базе LLM, обученная на нормативной документации и аналогичных проектах

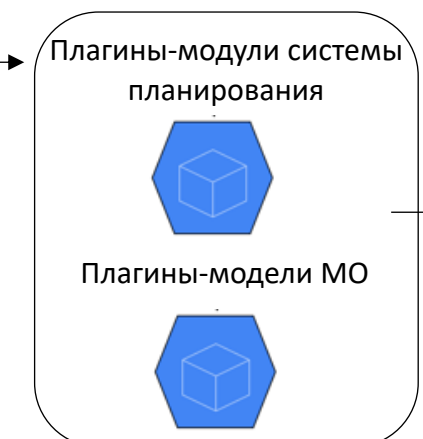
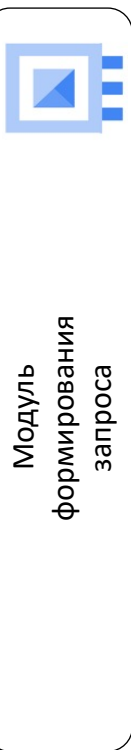
На входе: смета работ, рабочие параметры проекта

На входе: набор КСГ, оптимизированных под разные условия и наборы ресурсов

Входящий запрос на планирование конкретного объекта/сметы

№ п/п	Смело	Наименование работ и затрат, материалы, подсистемы и конструкции	Единица	Коэфф	Стоимость
1	2	3	4	5	6
Раздел 1 Земельные работы					
1	ТЕР 01-02-058-6	Котлован или траншея без шпунтов для стоек и столбов с откосами глубиной до 1,5 м и грунта грунтов: 2 (И.Р. 68% = 1448,20 руб. С.П. 30% = 766,89 руб.)	100 м3 грунта	0,135	1467,62
2	ТЕР 01-02-061-1	Засыпка котлована и траншеи, пазах котлованов и т.п. грунта грунтов: 1 (И.Р. 68% = 799,93 руб. С.П. 30% = 423,49 руб.)	100 м3 грунта	0,135	810,66
		Итого прямых затрат в базовом уровне цен:	руб.		
		Итого в оплате труда рабочих:		10,749	
		Итого в стоимости эксплуатации машин:		6,555	
		Итого в стоимости материалов в том числе зарплата машинистов:		10,749	
		Итого в стоимости материалов:		4,54	
		Материалы в текущих ценах:	руб.	1	
		Итого в индексации:			
		Накладные расходы %:	%		
		Итого в накладных:	руб.		
		Сметная прибыль %:	%		
		Итого:	руб.		

Входящие запросы по отдельным этапам строительных работ



STAIRS

Проекты | Отчеты | Ресурсы | Данные | Роль | Модели

Календарно-сетевой график проекта "Газосборные сети"

Поиск по имени

Параметры планирования

Восстановить

Пересчитать

Принят план

по умолчанию

Данные задачи

№	ID	Название	дек17	дек24	дек31	янв07	янв14	янв21
1	25813508	Газосборные сети						
1.1	25809398	Начало работ по марке						
1.2	25809830	Изготовление свай						
1.3	25809831	Бурение скважин						
1.4	25809833	Погружение свай						
1.5	25813507	Заполнение полости свай ЦПС						
1.6	25809836	Срезка свай, монтаж оголовков						
1.7	25809837	Монтаж деформационных марок						
1.8	25809838	Монтаж траверс						
1.9	25809834	Устройство термометрических скважин						
1.10	25809839	Монтаж м/к (связи, стойки, упоры, подкосы)						
1.11	25809835	Монтаж термометрических труб						
1.12	25809400	Начало работ по марке						

Общее

Артикул	Вид
23	Иерархическая работа
Начало	Тип
15.12.2023 00:00	
Окончание	Название
31.01.2024 00:00	Газосборные сети

«Постоянство памяти» (© С. Дали): ИИ как средство кардинального изменения порядка и длительности индустриальных процессов



Уменьшение времени решения задач ученых и инженеров в рамках **технологических переделов** - с месяцев – до часов и суток



AIM.CLUB – экосистема открытого кода в сфере ИИ от ИТМО



Мой персональный телеграм-канал: «От ИИ – к ИТМО»



XV Академические чтения, посвященные памяти
академика РААСН Осипова Г.Л.

Научно-практическая конференция «Перспективы использования
искусственного интеллекта в градостроительной деятельности»,
Москва, 2 – 3 июля 2024 г.

Модераторы:

Валерия Мозганова, Радиостанция Business FM, руководитель отдела
«Недвижимость»

Евгений Карант, НИИСФ РААСН, ведущий инженер

Полный список докладов доступен на сайте ЦифраСтрой по ссылке

<https://cifrastroy.ru/news/buduschee-iskusstvennogo-intellekta-v-gradostroitelstve>