



Лаборатория ИИ: инструменты решения бизнес-задач девелопмента

Кто я такой?

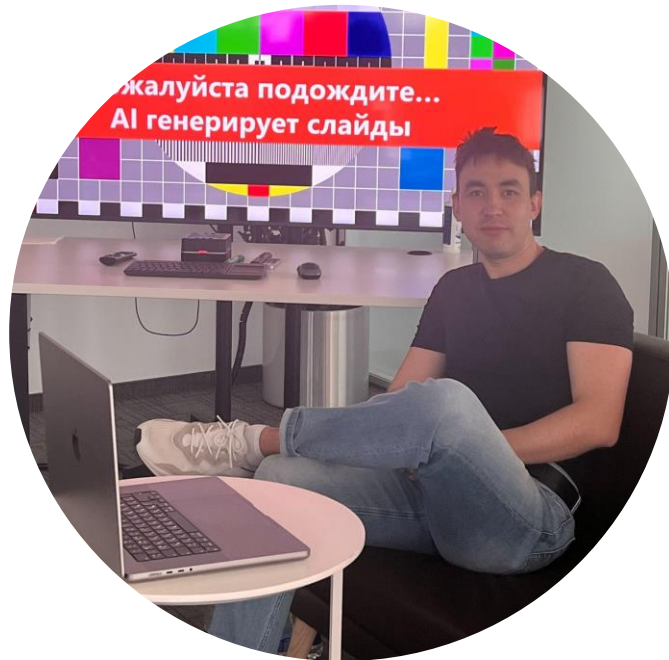
Артур Ишмаев

Руководитель отдела

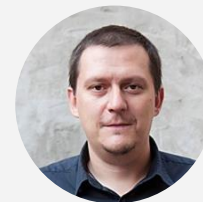
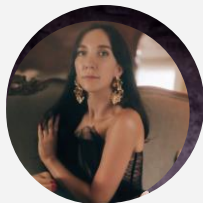
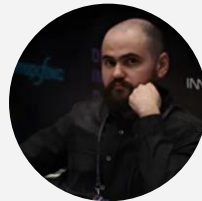
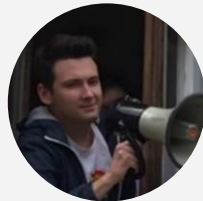
Отдел развития и внедрения нейронных сетей

PIK

Ishmaevar@pik.ru



Лаборатория ИИ



Архитектура двигатель инструментов проектирования



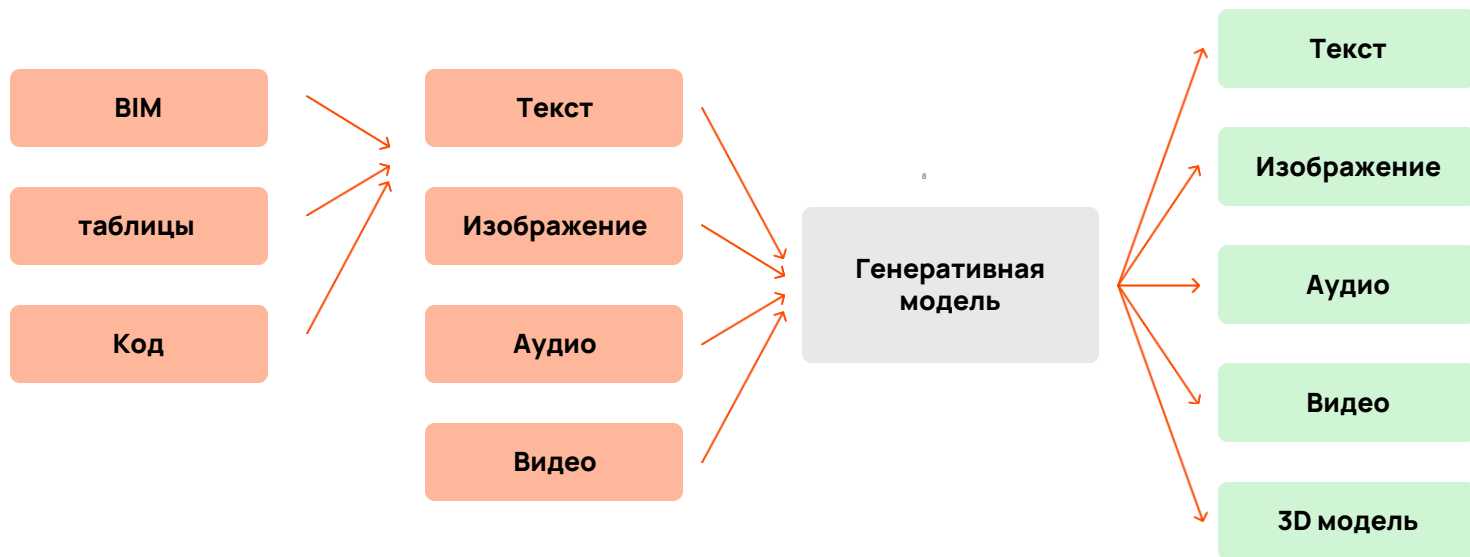
Зачем нам ИИ в архитектуре?

**Использование ИИ — неизбежный результат развития
подходов к созданию архитектуры**

Архитектуры нейронных сетей

Генеративные сети

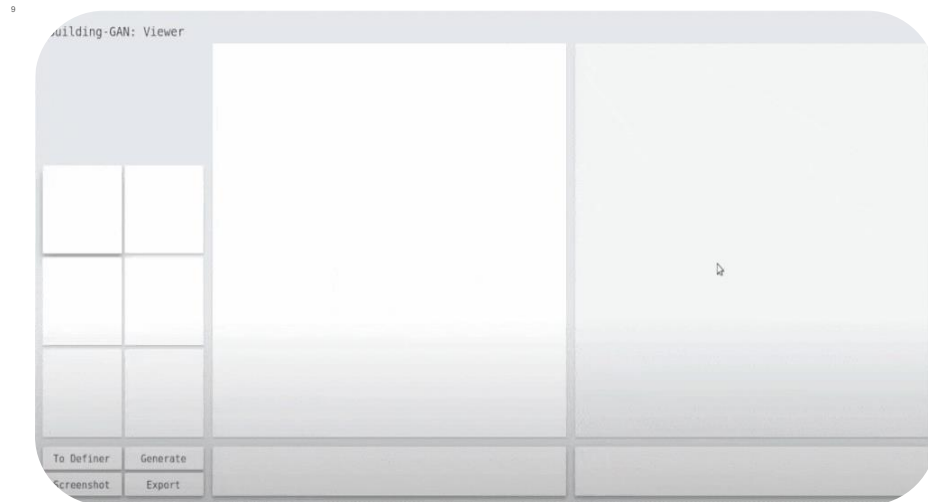
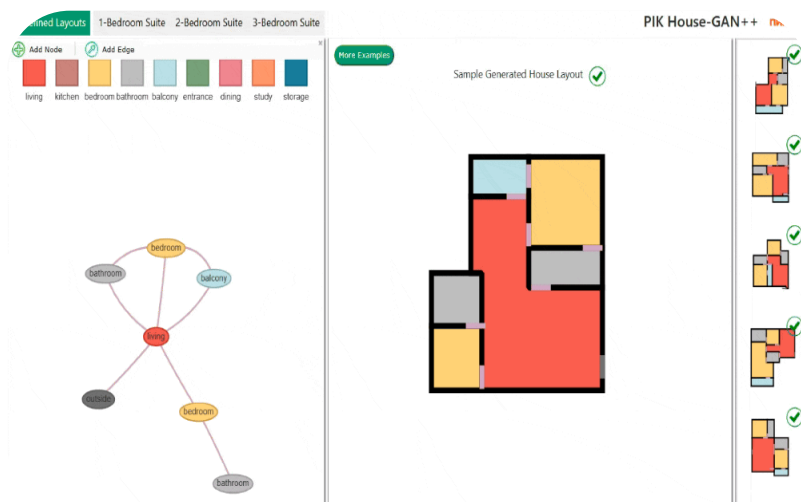
Generative AI - это модели искусственного интеллекта, предназначенные для создания нового контента в виде письменного текста, аудио, изображений или видео.



Графовая нейронная сеть (GNN)

Эффективно работает с векторными данными (графы помещений, чертежи и т.д.) и их свойствами, не теряя структуру.

Незаменимый элемент в большинстве гибридных моделей нейронных сетей.

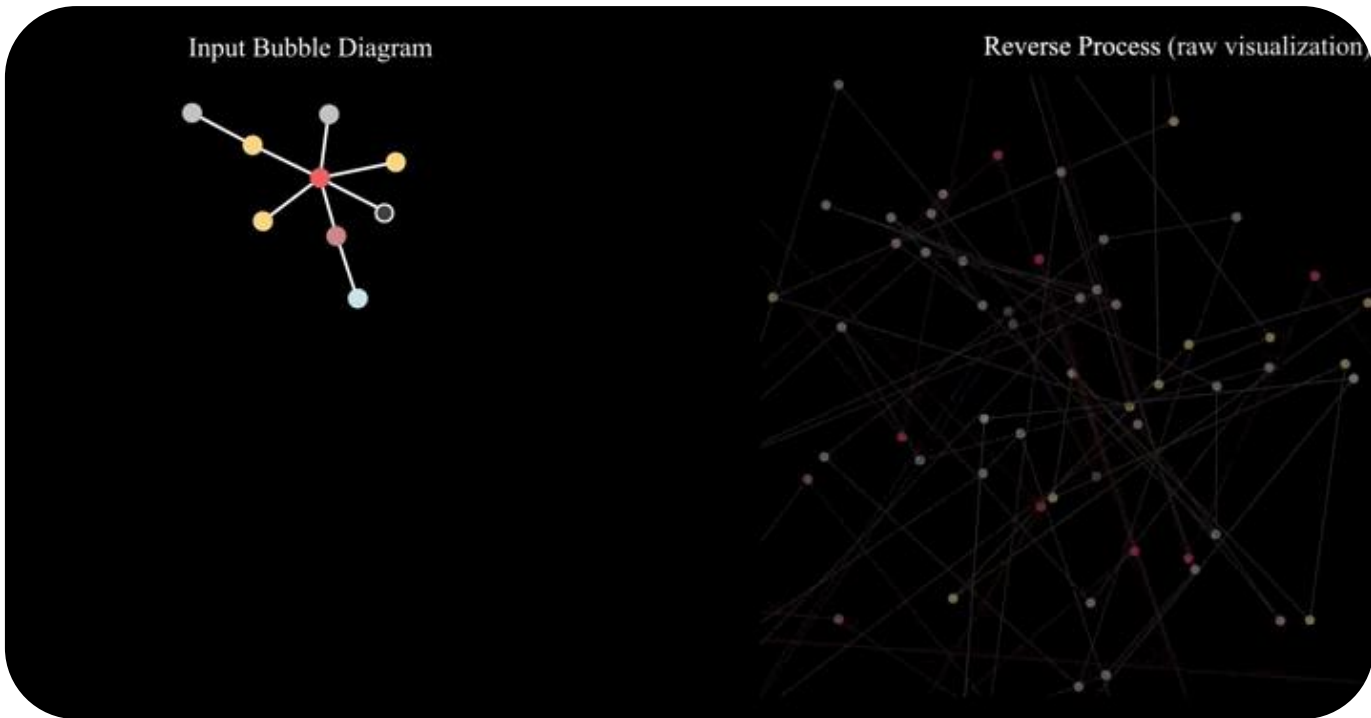


Диффузионная модель

Высокая детализация и разнообразие результатов генерации за счёт пошагового процесса «расшумления».

Результат хорошо управляется с помощью текстовых, графовых или других запросов.

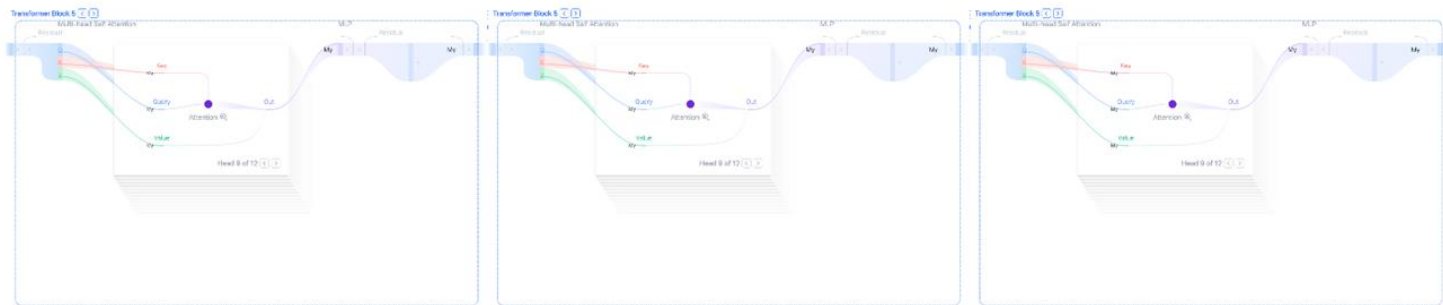
Позволяет **быстро генерировать контент** в любой модальности — текст, изображения, чертежи и т.д.



Диффузионная модель



Трансформер (Transformer)



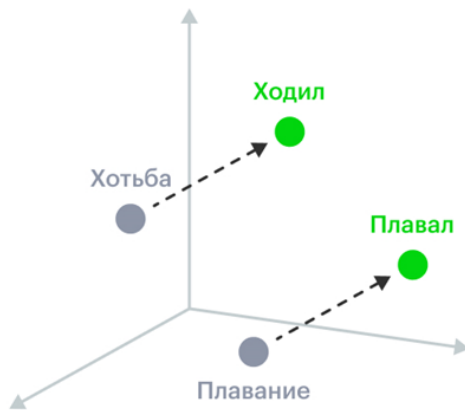
Мультимодальная архитектура трансформера способна работать со всеми типами данных, включая BIM и чертежи.

Эффективная параллельная обработка запроса без потери контекста и сложных зависимостей в контексте проекта.

Хорошо масштабируется при большом объеме данных.

Не исчерпали свой **потенциал универсальности**, в том числе для задач проектирования.

Трансформеры и эмбединги



Словесные эмбединги сохраняют смысловые отношения.

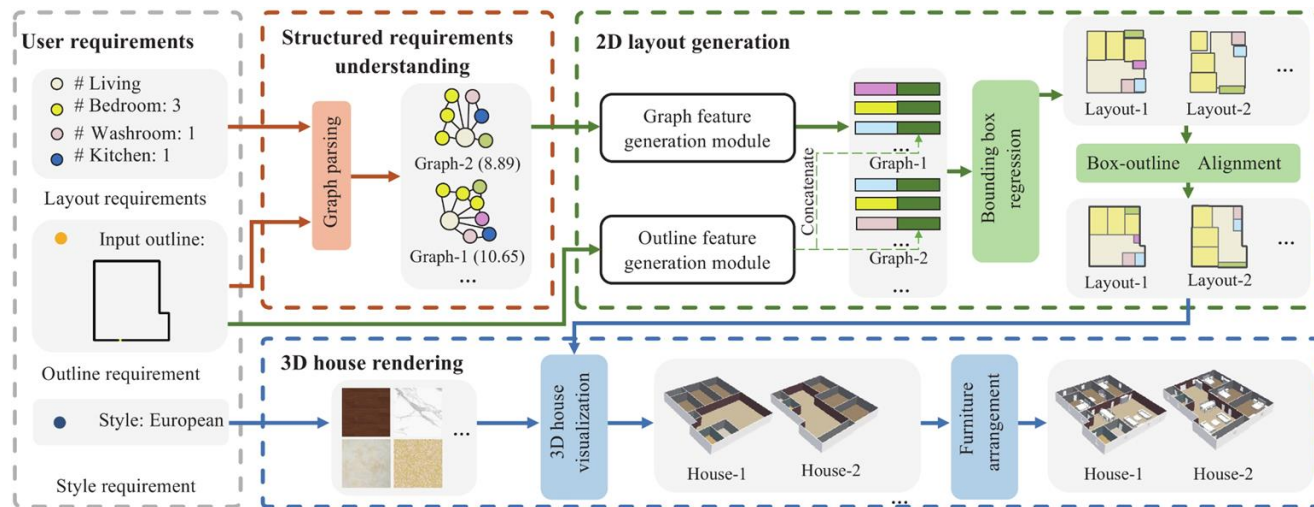
Например, векторное смещение король → королева аналогично смещению мужчина → женщина, а хотьба → ходил соответствует плавание → плавал.

Гибридная модель

Не существует универсально "лучшей" архитектуры нейронной сети, так как эффективность, скорость и качество результата зависят от поставленной задачи, типа данных, доступных вычислительных ресурсов и требований к интерпретируемости результата.

Самое лучшее решение - объединение архитектур, которые считаются наиболее подходящими для разных типов задач.

Сочетание разных архитектур и моделей — это стимуляция «эмерджентного» поведения на уровне ИИ-СИСТЕМЫ.

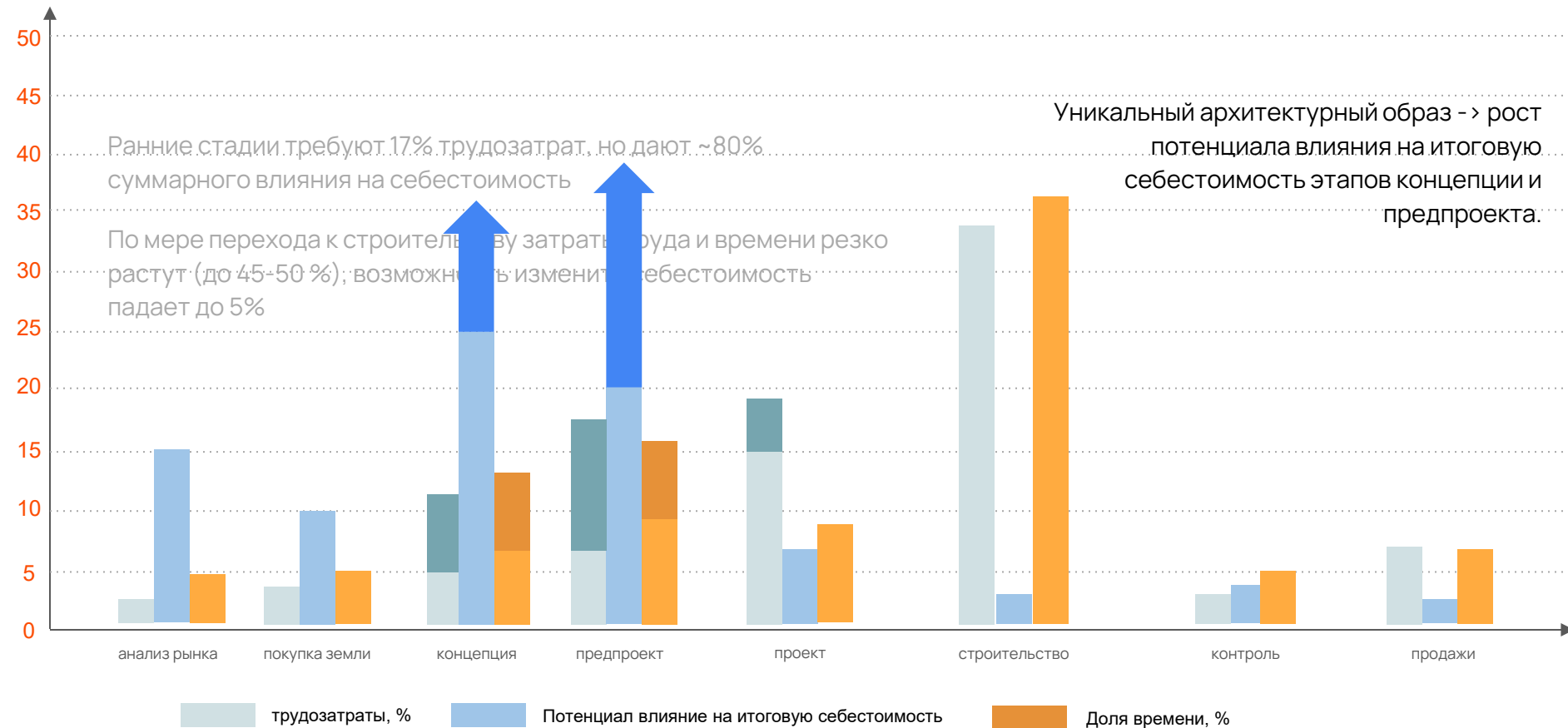


Пространство внутри обученной модели

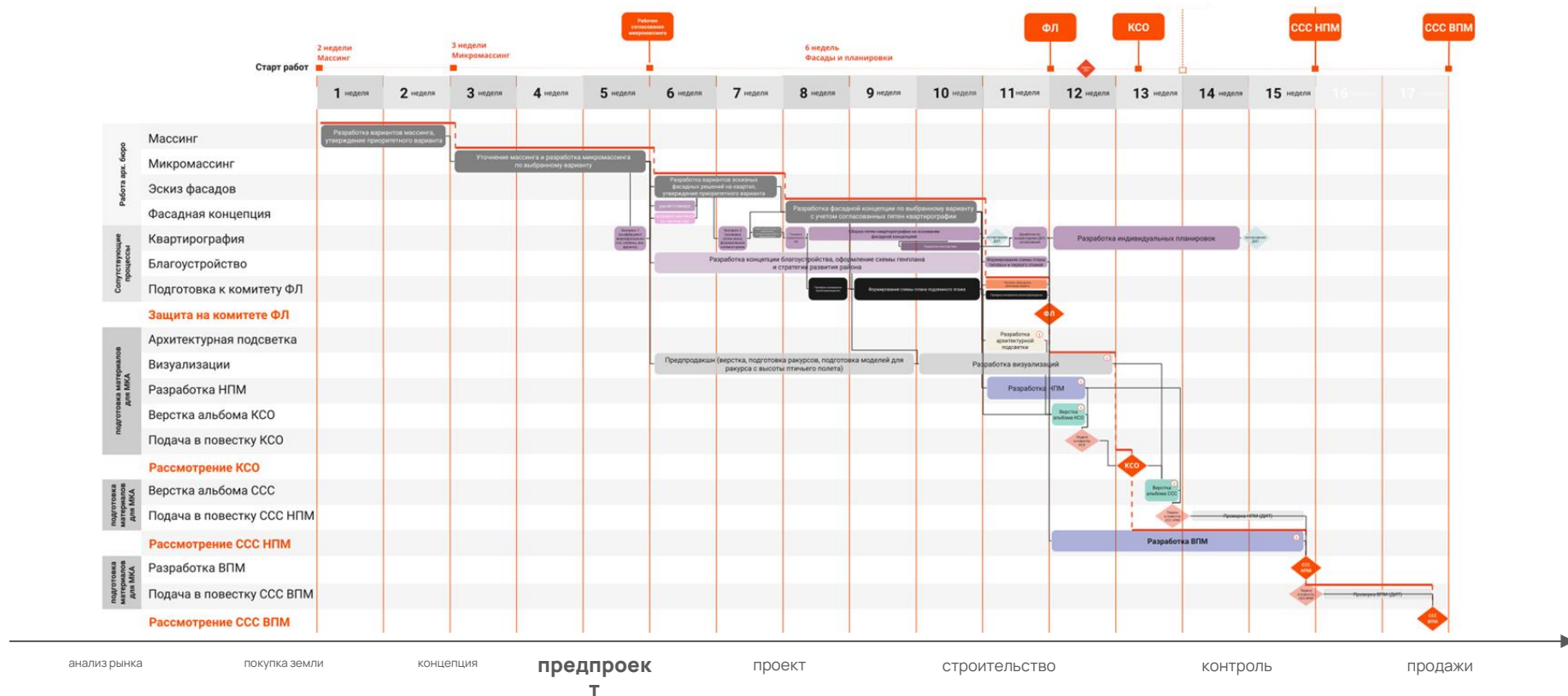


Зачем нам ИИ в архитектуре?

Уникальный образ = рост влияния предпроекта



Предпроект имеет быстро растущий потенциал



Подход от Лаборатории ИИ

Манифест

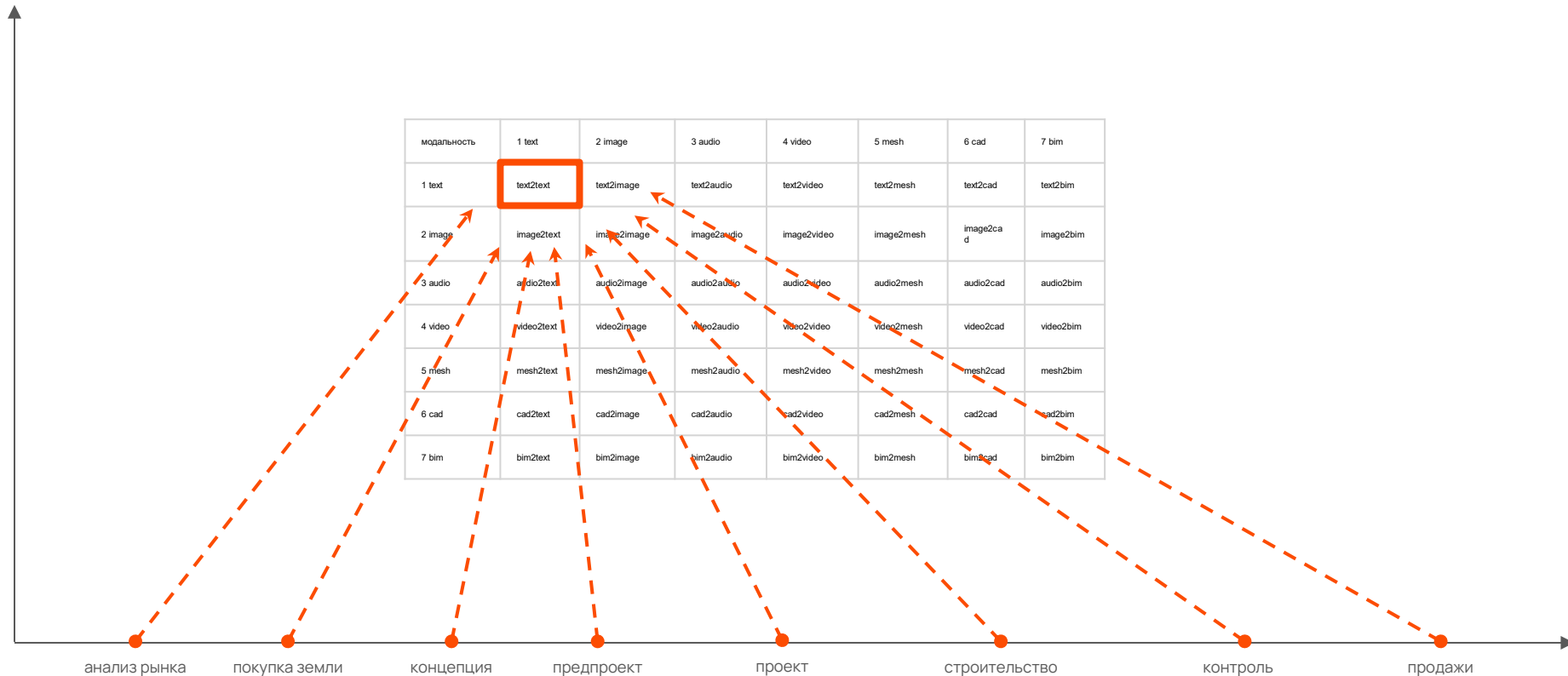
1. **Процессы - это генерации одного типа данных в другой**, формирующая смену их модальности внутри компании.
2. **Разные процессы объединяются одной технологией**
3. **Данные - это фундамент для всех ИИ-технологий**
4. **Процесс - это важный источник данных** с большим потенциалом
5. **Решение точечной задачи** универсальной архитектурой **дает возможность масштабирования** на другие задачи

*Технологии ИИ стремятся к мультимодальности, охвату всех типов данных

Процессы - это генерации одного типа данных в другой

модальность	1 text	2 image	3 audio	4 video	5 mesh	6 cad	7 bim
1 text	text2text	text2image	text2audio	text2video	text2mesh	text2cad	text2bim
2 image	image2text	image2image	image2audio	image2video	image2mesh	image2cad	image2bim
3 audio	audio2text	audio2image	audio2audio	audio2video	audio2mesh	audio2cad	audio2bim
4 video	video2text	video2image	video2audio	video2video	video2mesh	video2cad	video2bim
5 mesh	mesh2text	mesh2image	mesh2audio	mesh2video	mesh2mesh	mesh2cad	mesh2bim
6 cad	cad2text	cad2image	cad2audio	cad2video	cad2mesh	cad2cad	cad2bim
7 bim	bim2text	bim2image	bim2audio	bim2video	bim2mesh	bim2cad	bim2bim

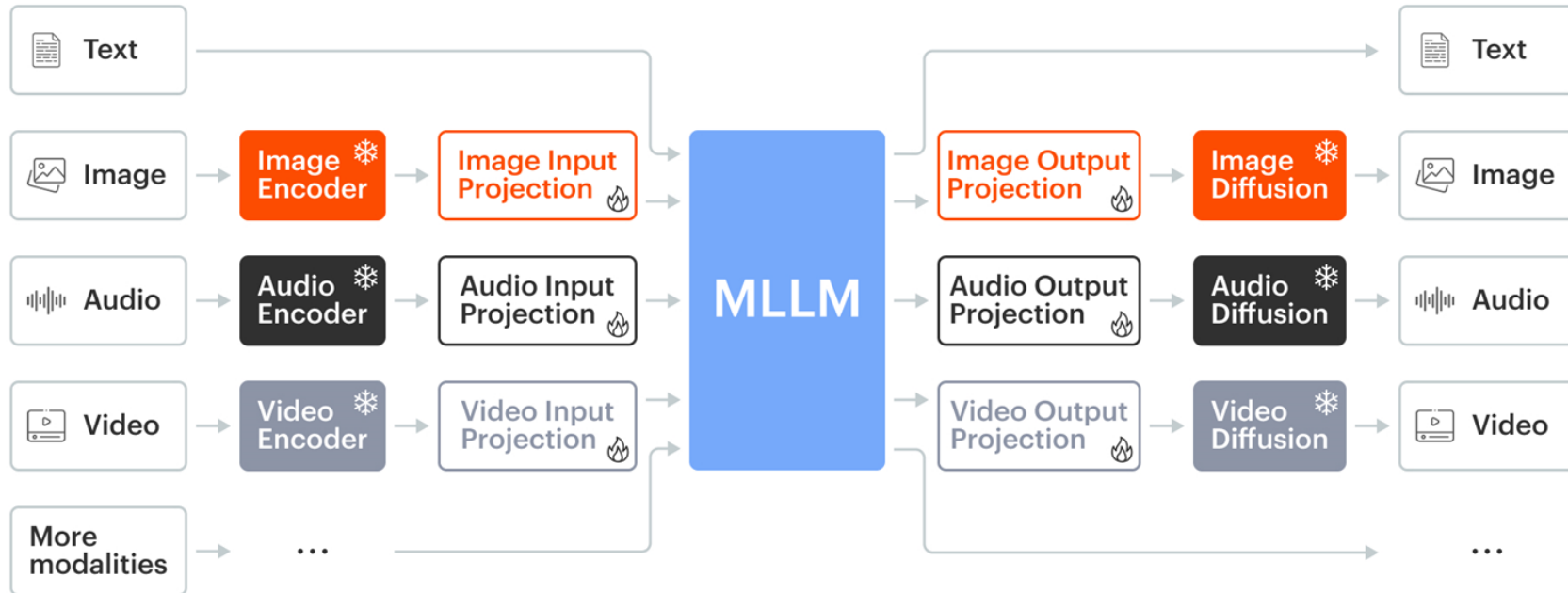
Разные процессы объединяются одной технологией



26 классов задач релевантны для девелопмента

модальность	1 text	2 image	3 audio	4 video	5 mesh	6 cad	7 bim
1 text	text2text	text2image	text2audio	text2video	text2mesh	text2cad	text2bim
2 image	image2text	image2image	image2audio	image2video	image2mesh	image2cad	image2bim
3 audio	audio2text	audio2image	audio2audio	audio2video	audio2mesh	audio2cad	audio2bim
4 video	video2text	video2image	video2audio	video2video	video2mesh	video2cad	video2bim
5 mesh	mesh2text	mesh2image	mesh2audio	mesh2video	mesh2mesh	mesh2cad	mesh2bim
6 cad	cad2text	cad2image	cad2audio	cad2video	cad2mesh	cad2cad	cad2bim
7 bim	bim2text	bim2image	bim2audio	bim2video	bim2mesh	bim2cad	bim2bim

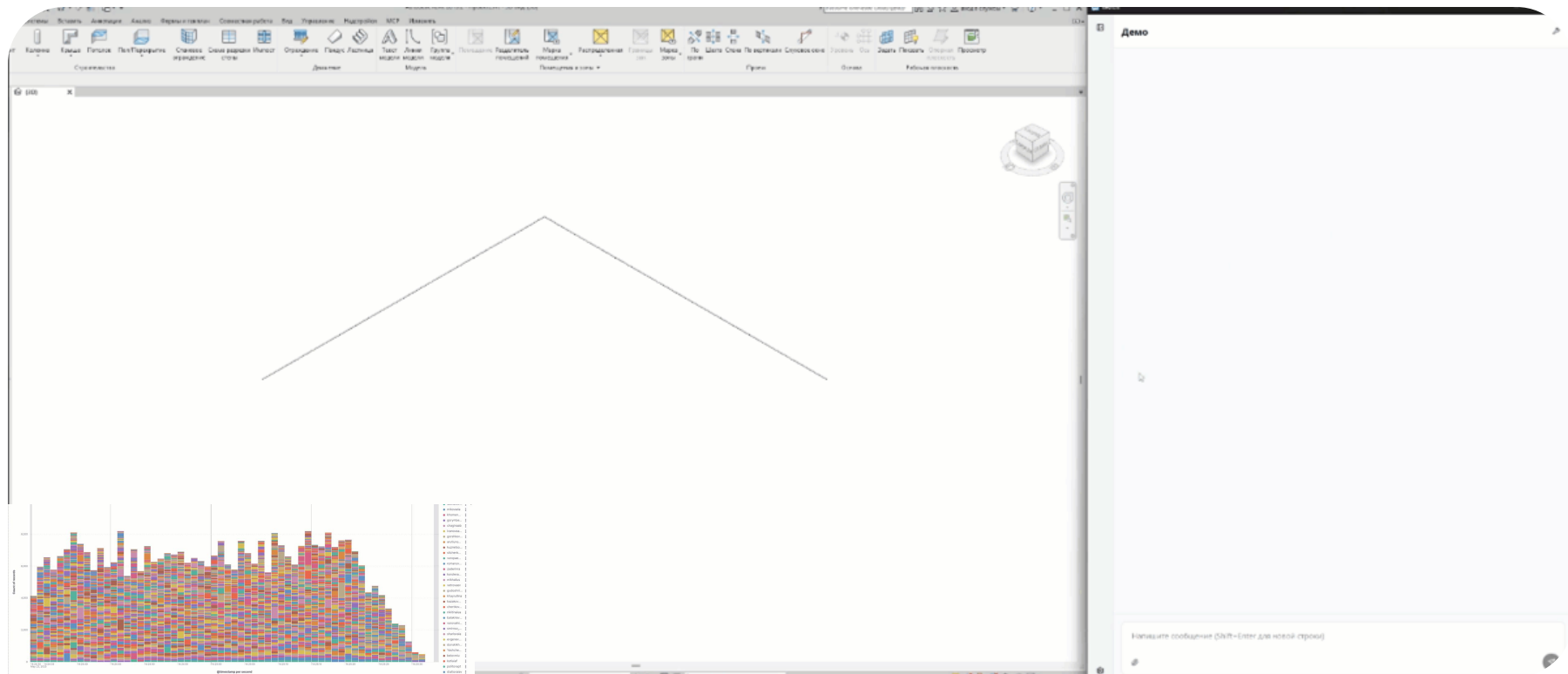
Истинная мультимодальность



Данные - это фундамент для всех ИИ-технологий



Процесс - это важный источник данных с большим потенциалом



Частица архитектуры — не форма, а действие?

Архитектура в эпоху ИИ: как технологии меняют понимание пространства

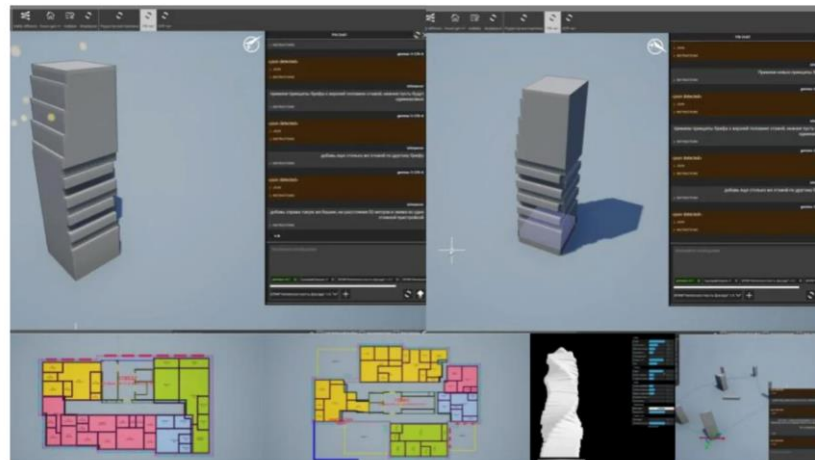
ИИ уже проектирует здания, но до сих пор не понимает, зачем нужно окно. Разбираем, почему технологии пока что не заменяют проектировщиков и как идеи Малевича 1920-х связаны с домами, в которых мы живем.



Артур Ишмаев
Руководитель направления в Лаборатории ИИ в ПИК.

Об эксперте: Артур Ишмаев — руководитель направления в Лаборатории ИИ девелопера ПИК. Рассказывает про ИИ в архитектурном проектировании, машинное обучение и другие современные технологии в контексте пользы для проектировщиков.

Архитектурное проектирование — это не только цепочка стадий и путь к получению физического объекта, но и форма мышления, где каждый шаг и принятое решение так же важны, как и финальный результат.



Решение точечной задачи универсальной технологией дает возможность масштабирования на другие задачи



T9

Набрал:

«Милая, ты допа?»

Хм-м... исправлю-ка
на «ты жопа»

ChatGPT

Хочешь инструкцию
к пылесосу
в стихах в стиле
Тютчева?



Текущие статусы экспериментов

Нейронные сети, генерирующие векторные данные	Нейронные сети, генерирующие 2д геометрию	Генерация 2д геометрии с атрибутами	по графу	Image Diffuser HuggingFace/Flux.1-Schnel OpenJitan BlastedForm GraphPlan Realize GSDM MeshPlan Construct OpenAI/Fluxion LLM с дообучением Hugging LM LLM с дообучением EvoGen2Design AutoGAN PixelGAN VoxelGAN Project
			по векторному описанию и дополнительной векторной информации	Stable Diffusion + Controlnet + LoRA InstantMesh Tetra Trio Hugging3D 2D 3D Turbo LLM генерация mesh в формате OBJ InstantMesh Tetra Trio Hugging3D 2D 3D Turbo LLM с дообучением Cocofix LLM с дообучением BuildingGAN LLM с дообучением BldGen LLM с дообучением text2gen MLLM с дообучением BldGen
			по текстовому описанию	text2gen
			через JSON-структуру	LLM с дообучением BuildingGAN BldGen
			через изображения	LLM с дообучением BuildingGAN BldGen
	Нейронные сети, генерирующие 3д геометрию	Генерация 3д геометрии без атрибутов	через изображения	Stable Diffusion + Controlnet + LoRA InstantMesh Tetra Trio Hugging3D 2D 3D Turbo LLM генерация mesh в формате OBJ InstantMesh Tetra Trio Hugging3D 2D 3D Turbo LLM с дообучением Cocofix LLM с дообучением BuildingGAN LLM с дообучением BldGen LLM с дообучением text2gen MLLM с дообучением BldGen
			по текстовому описанию	text2gen
			через JSON-структуру	LLM с дообучением BuildingGAN BldGen
			по графу	LLM с дообучением BuildingGAN BldGen
			через JSON-структуру	LLM с дообучением BuildingGAN BldGen
Нейронные сети, работающие с процессом (sequence)	Нейронные сети, генерирующие действия	вызов действий через API		Stable Diffusion Stable Diffusion + Controlnet + LoRA Flux + Comfy UI OpenAI Image Edit OpenAI Image 154 Flux Kling KOD Wan 2.1 2.2 Hailuo Sora IPC visualization on ARS
	Нейронные сети, предсказывающие действия	вызов команд		
		через кодогенерацию		
Нейронные сети, генерирующие изображения		Генерация изображений по текстовому описанию и изображениям		Stable Diffusion Stable Diffusion + Controlnet + LoRA Flux + Comfy UI OpenAI Image Edit OpenAI Image 154 Flux Kling KOD Wan 2.1 2.2 Hailuo Sora IPC visualization on ARS
Нейронные сети, генерирующие видео		Генерация видео по изображениям и тексту		Stable Diffusion Stable Diffusion + Controlnet + LoRA Flux + Comfy UI OpenAI Image Edit OpenAI Image 154 Flux Kling KOD Wan 2.1 2.2 Hailuo Sora IPC visualization on ARS
Аналитика		Анализ объектов		IPC visualization on ARS
ИИ ассистирование		Анализ документов		
Предоставление доступа к ИИ сервисам		Анализ действий		
Работа с большими данными и ресурсами		ИИ агенты		
Мультиязычные модели				Технология SAG
Web-кодирование				
Генерация текстовой информации о исходных структурах				

Текущие статусы экспериментов



Название	Для чего	Анализ статьи	Запуск и тест "как есть"	Тест на наших ИД	Эксперимент с обучением	Добавление ограничений	Разработка продукта	Внедрение
StableDiffusion (карты высот)	Микромассинг							
Hunyuan3D	Микромассинг							
Trellis	Микромассинг							
Hi3dGen	Микромассинг							
BuildingGAN	Микромассинг							
BuildingGNN	Микромассинг							
BlenderMCP	Микромассинг							
RevitMCP	Микромассинг							
Gemma и другие LLM	Микромассинг							
WallPlan	Квартиры							
ChatHouseDiffusion	Квартиры							
HouseGAN ++	Квартиры							
MaskPlan	Квартиры							
GsDiff	Квартиры							
HouseDiffusion	Квартиры							
ChatHouseDiffusion	Квартиры							
ArchIGAN	Квартиры							
Graph2Plan	Квартиры							
FloorGAN	Квартиры							
PlanNet	Квартиры							
Cons2Plan	Квартиры							
HouseLLM	Квартиры							
DStruct2Design	Квартиры							
Gemma и другие LLM	Квартиры							

Генерация массинга

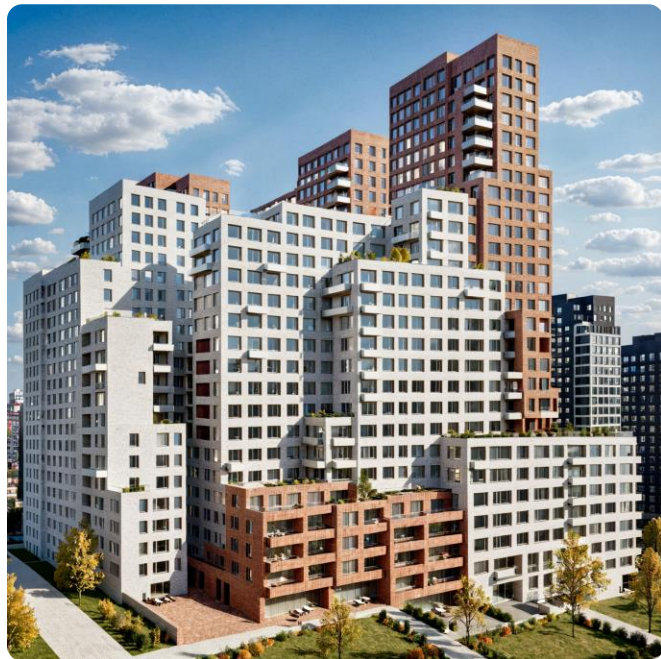
Генерация массинга

text

image

Stable Diffusion

Генерация изображений по текстовому описанию



Выводы:

Много инструментов и расширений для обучения и контроля результата. Получаются качественные детализированные изображения.

Модальность не позволяет однозначно переходить в 3д, плохо контролируются объективные характеристики

Генерация массинга на Stable Diffusion и KlingAI



Генерация массинга на Stable Diffusion и KlingAI



Генерация массинга на FLUX + Lora_PIK и Veo3

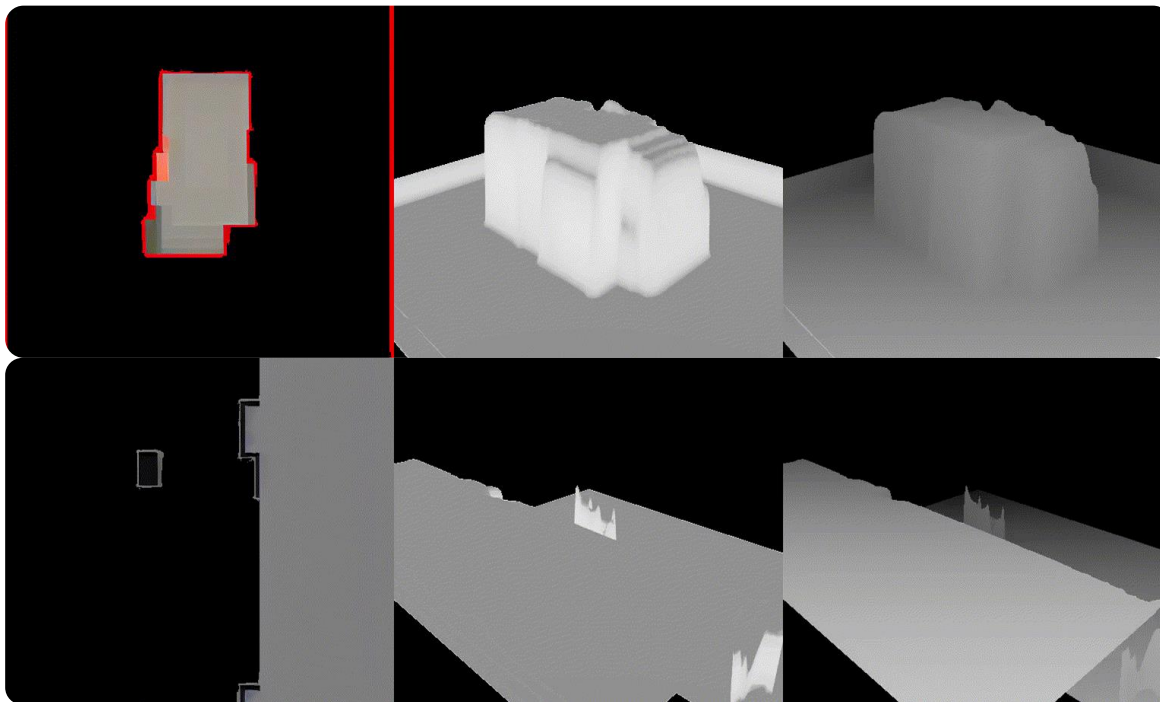


Генерация массинга



Stable Diffusion

Массинг генерируется через изображение карты высот.

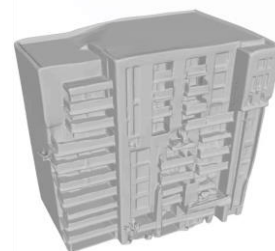
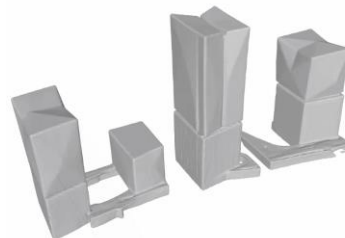
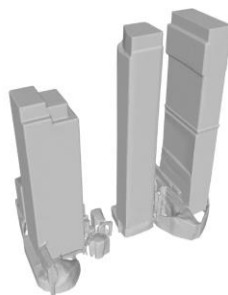
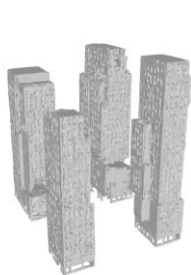


Выводы:

Такой подход позволяет добавлять ограничения контуром, контролировать max и min высоты и регулировать результат постобработкой.

Генерация массинга

Hunyuan 3D



Выводы:

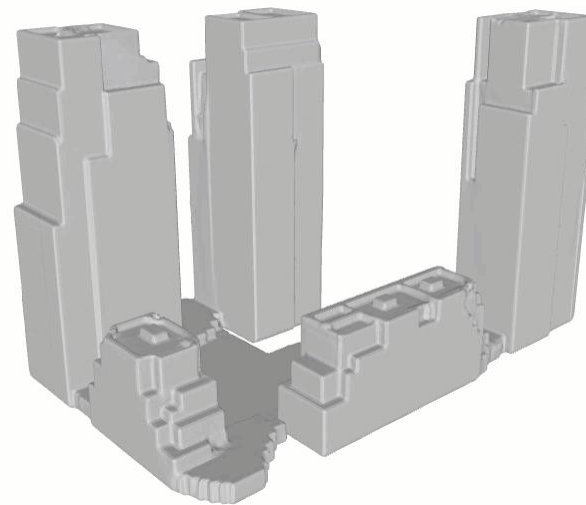
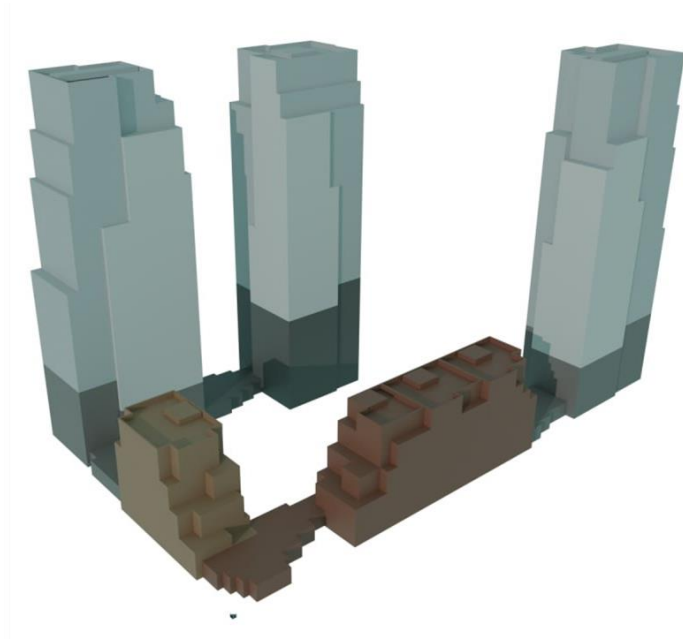
Модели 3д генераторы хорошо определяют объекты на изображении, но плохо справляются с деталями.

Генерация массинга

Hunyuan 3D

image

3d



Выводы:

Схематичное изображение лучше при генерации 3д модели массинга.

Генерация массинга

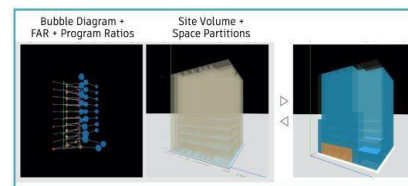
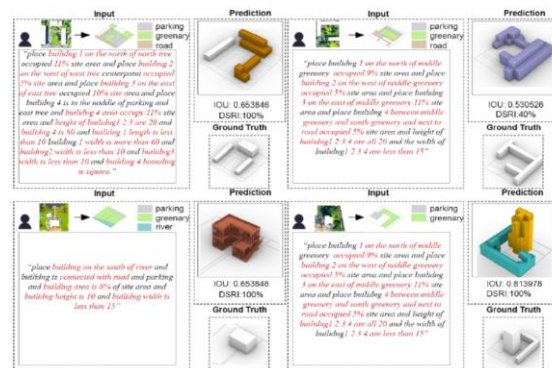
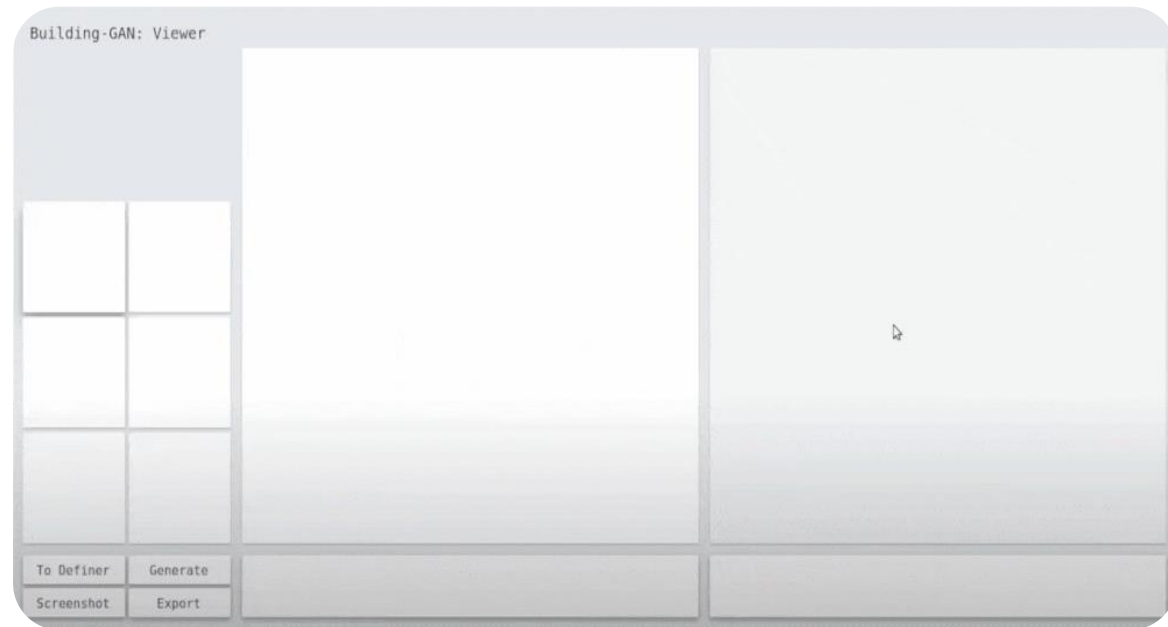
BuildingGAN,
BuildingAgent

text

graph

3d

Граф в качестве входных данных, LLM модель универсальный интерпретатор



Quickly trying different design ideas using Building-GAN



Finalized design
by architects

Выводы:

Использование другой модальности на вход позволяет улучшить учет требований в исходном ТЗ.

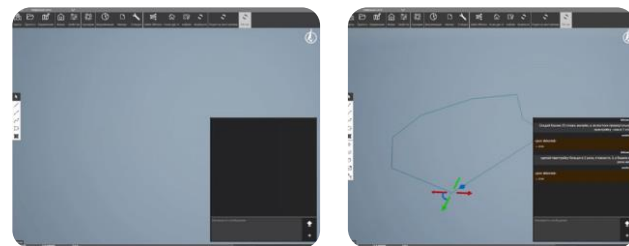
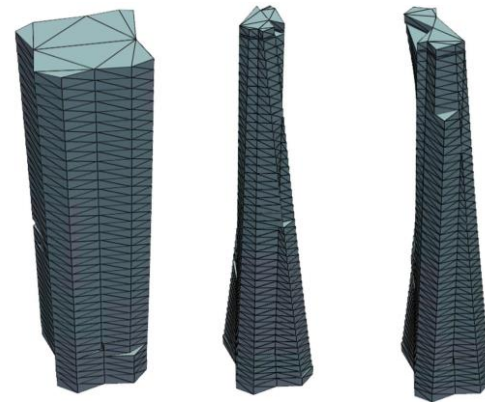
Генерация массинга

LLM

Массинг генерируется и изменяется с помощью инструкций

text

BIM



Выводы:

Модель LLM способна верно интерпретировать указания по моделированию, учитывать архитектурные аспекты и рекомендации

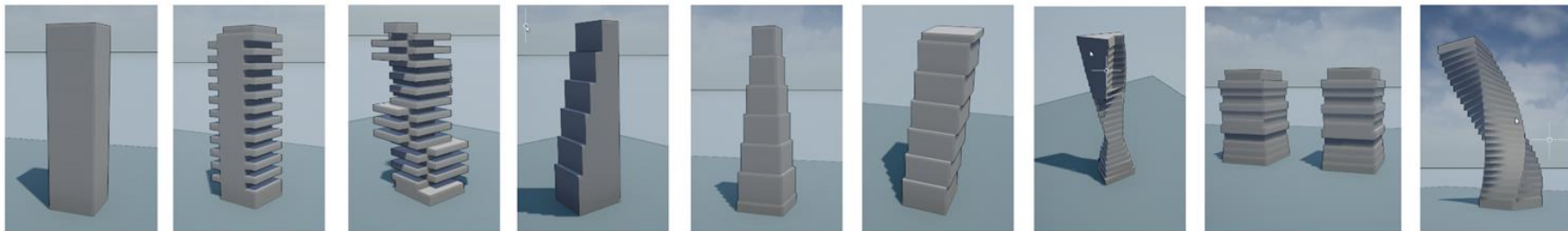
Генерация массинга

text

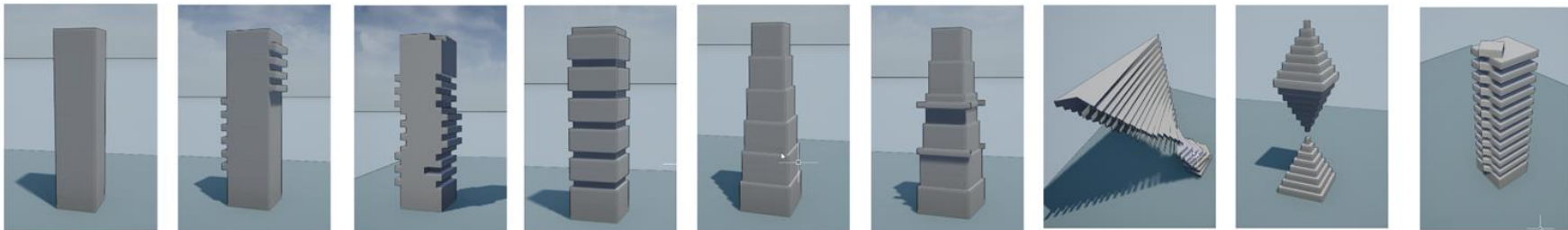
BIM

Массинг генерируется и изменяется с помощью инструкций

GPT-4o



DeepSeek



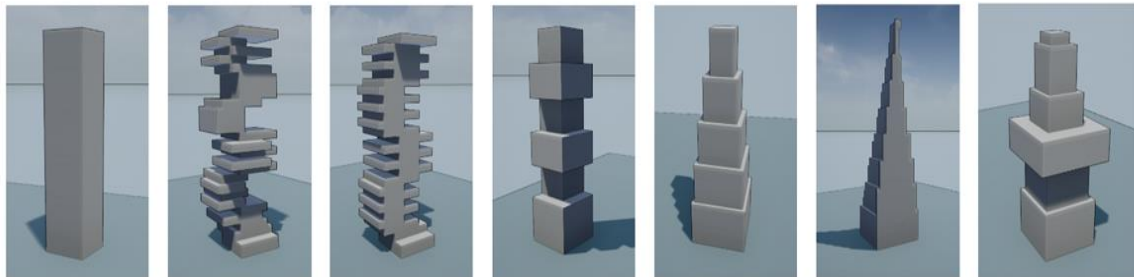
Генерация массинга

text

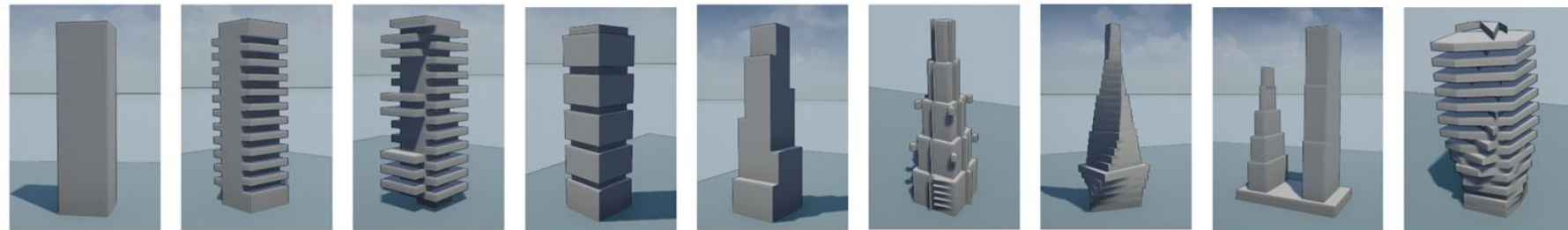
BIM

Массинг генерируется и изменяется с помощью инструкций в чате

QWEN 2.5 72B INSTRUCT



Gemini 2.5 flash



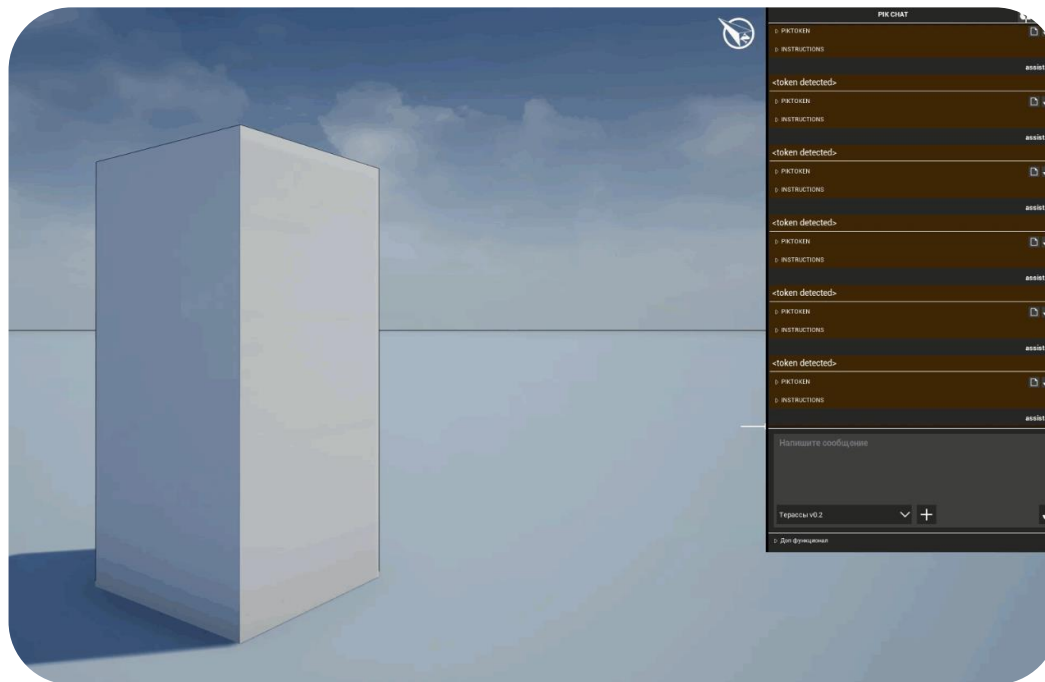
Генерация массинга

LLM

text

BIM

Массинг генерируется и изменяется с помощью инструкций



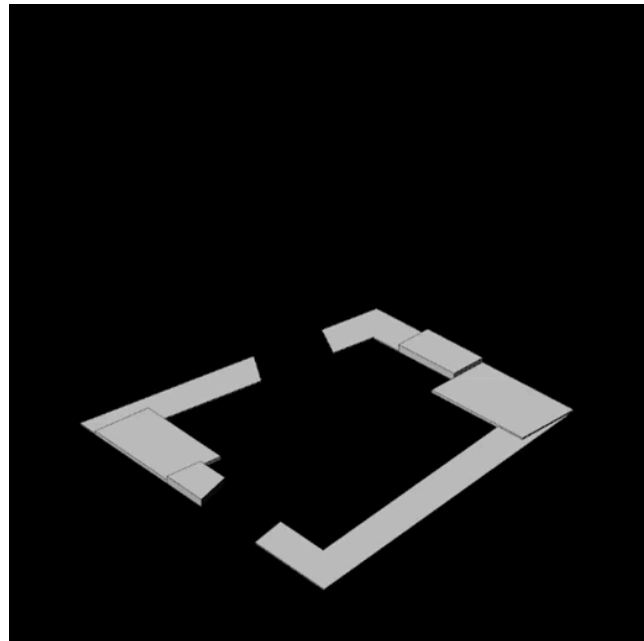
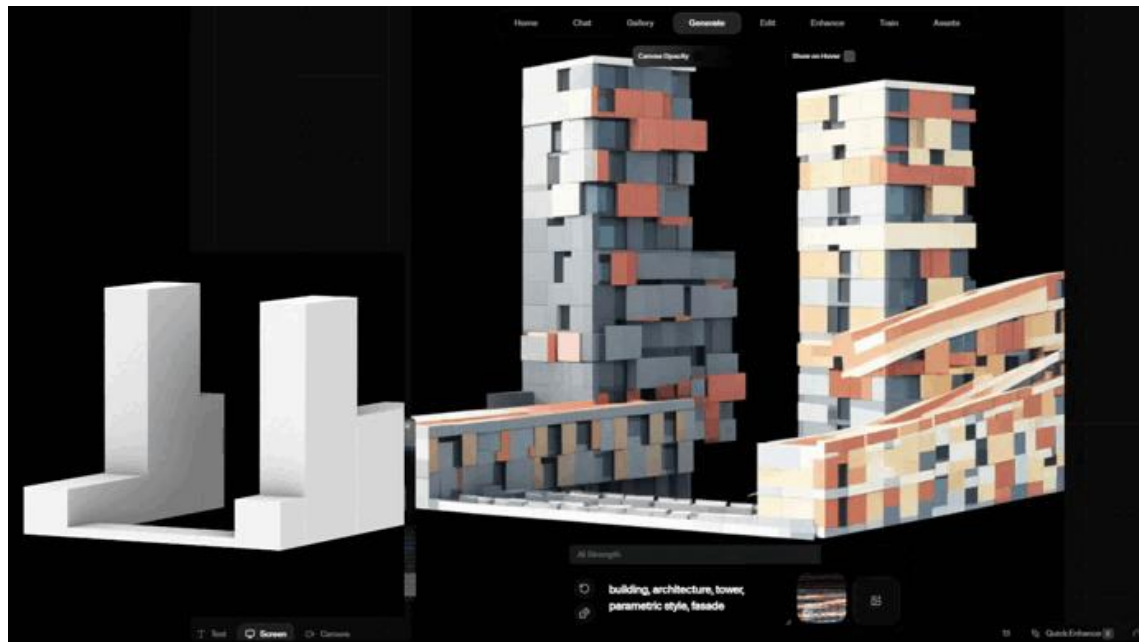
Выводы:

Модель LLM способна добавлять детали, если “объяснить” как именно это делать

Генерация фасадных решений

Генерация фасада

Stable Diffusion/ Flux/ ChatGPT + Lora На скриншот ракурсной картинки из 3д редактора переносится стиль и текстура для финальной генерации



Выводы:

Это позволяет быстро тестировать гипотезы без перехода в 3д

Генерация фасада

text

image

Stable Diffusion/ Flux/ ChatGPT + Lora На скриншот ракурсной картинки из 3д редактора переносится стиль и текстура для финальной генерации



Выводы:

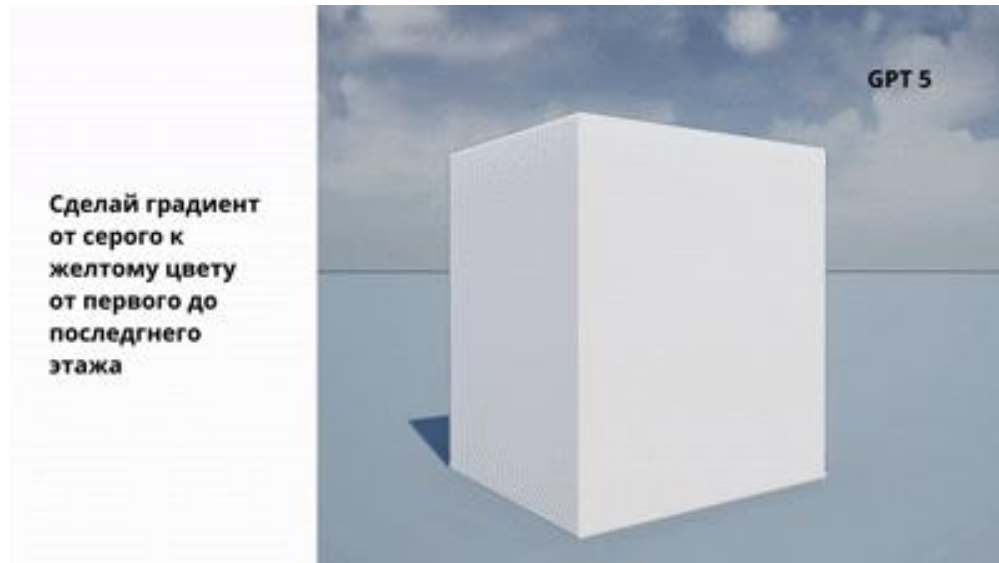
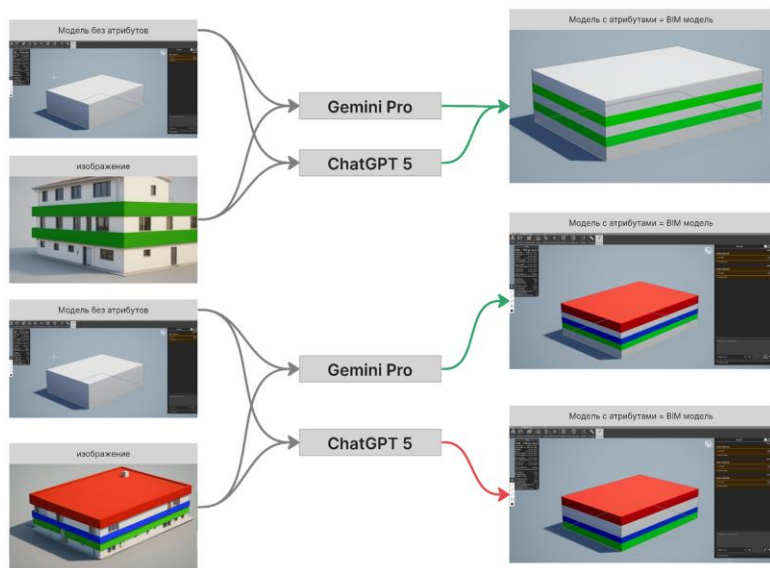
Это позволяет быстро тестировать гипотезы без перехода в 3д

Генерация фасада

Мультимодальная модель



Наполнение атрибутами модели по описанию и изображению



Выводы:

Подход позволяет насыщать атрибутами бим модель подавая сгенерированное изображение

ИИ ассистирование

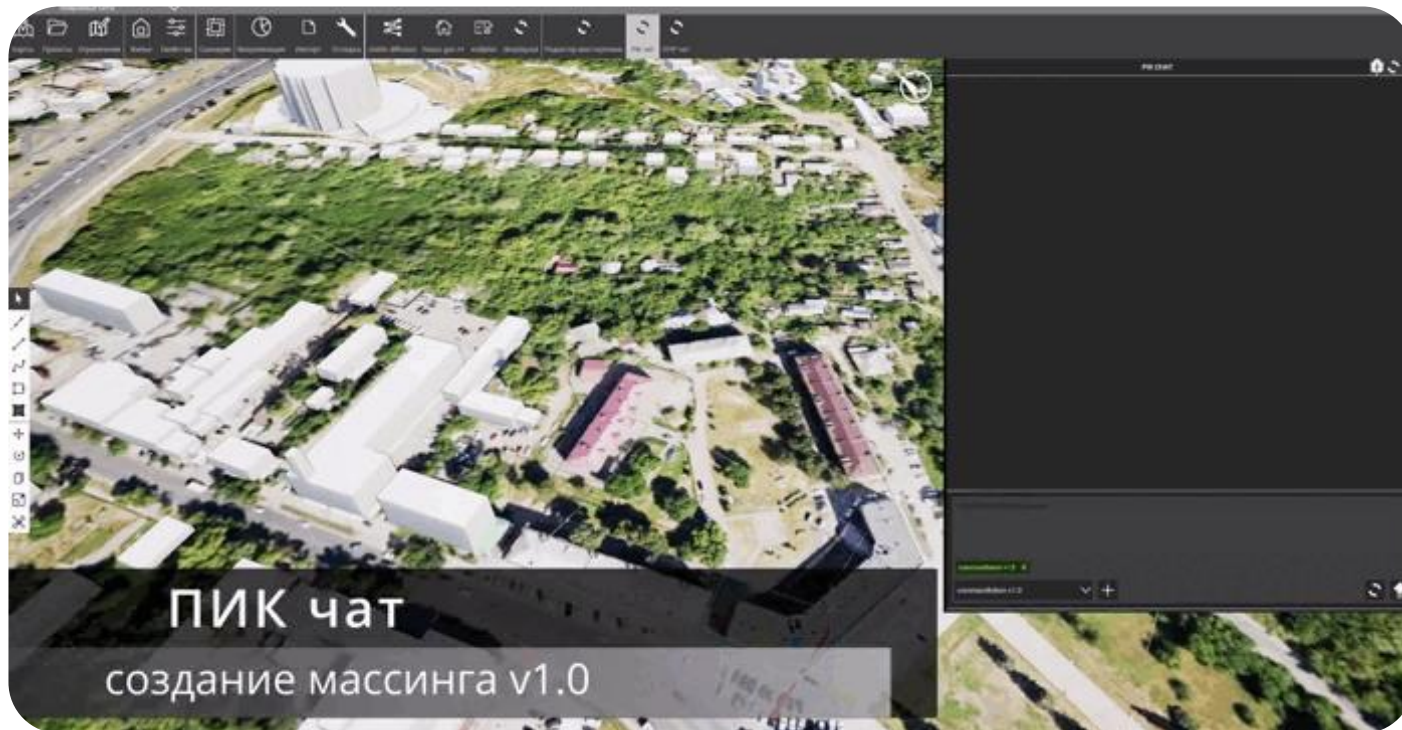
ИИ ассистент

PIK Чат

text

sequence

Все действия выполняются через чат



Выводы:

Можно делегировать ИИ ассистенту выполнение всех действий, примитивных и сложных.

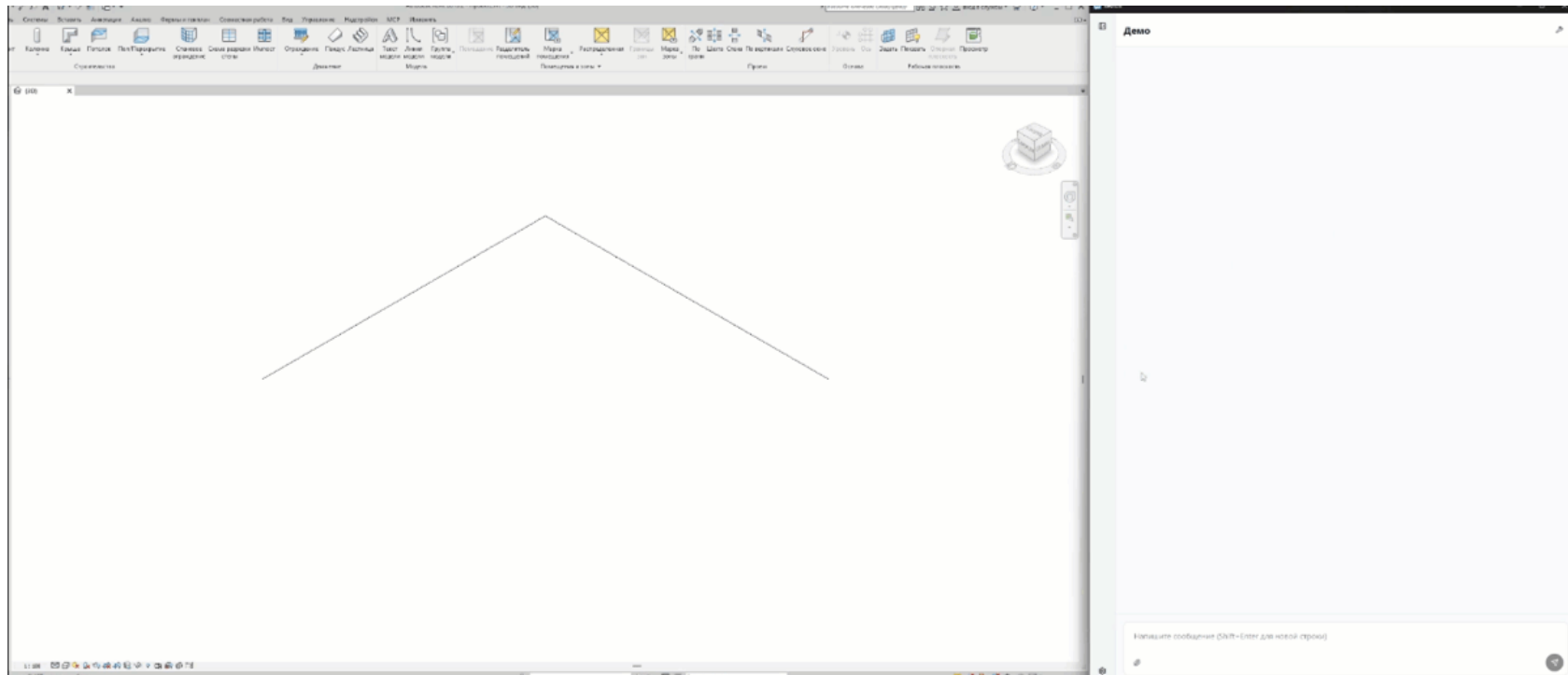
ИИ ассистент

Revit MCP

Все действия выполняются через чат

text

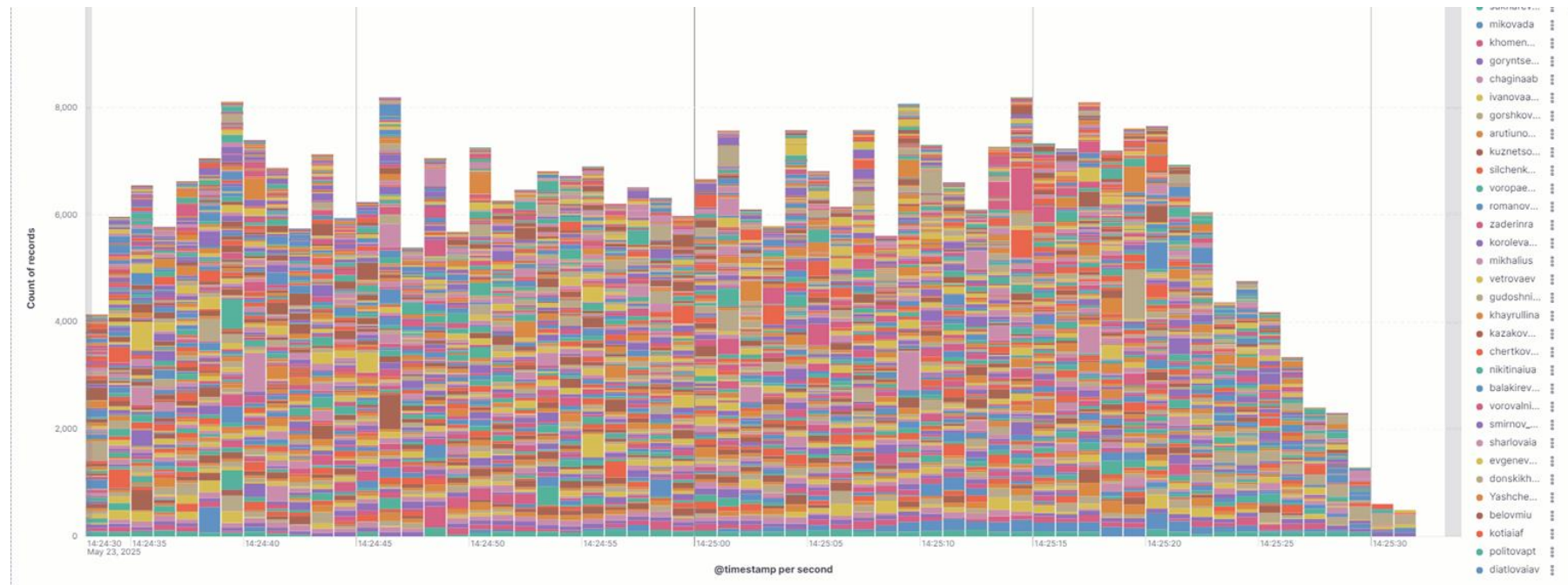
sequence



Выводы:

Такой подход потенциально позволяет решать все задачи проектирования

Сбор действий проектировщиков



Процесс проектирования - это важный источник данных с большим потенциалом

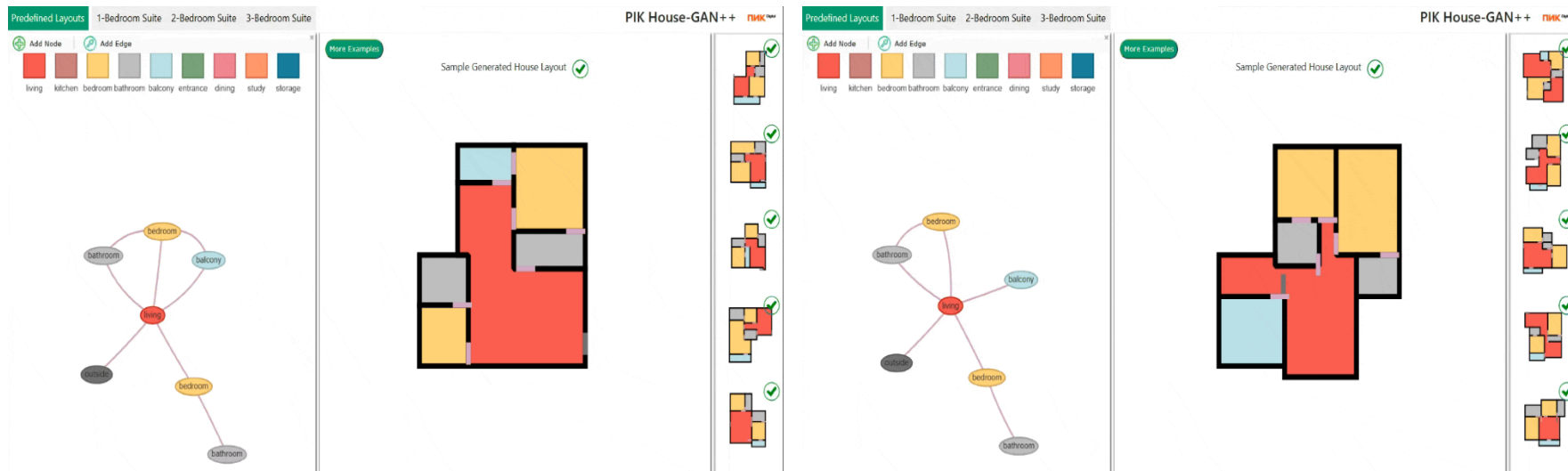
Генерация квартир

Пятна квартир

HouseGAN++

graph

CAD



Выводы:

HouseGan++ позволяет задавать связность помещений графом, но не позволяет вписываться в контур, что нужно для квартир

Пятна квартир

WallPlan

CAD

CAD

Эксперимент на контурах типовых квартир ПИК



Выводы:
WallPlan понимает масштаб и правильно предсказывает количество помещений в контурах квартир, даже будучи обученным на китайских коттеджах.

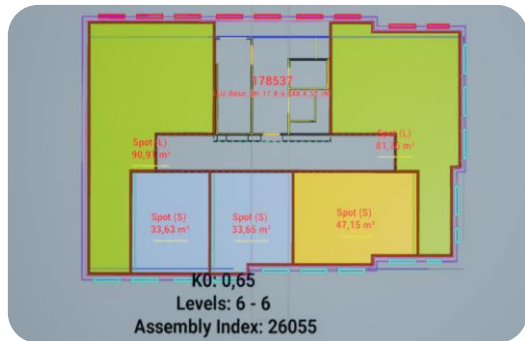
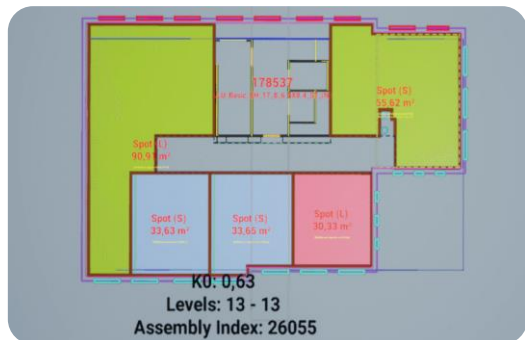
Пятна квартир

WallPlan

CAD

CAD

Эксперимент на пятнографии этажа



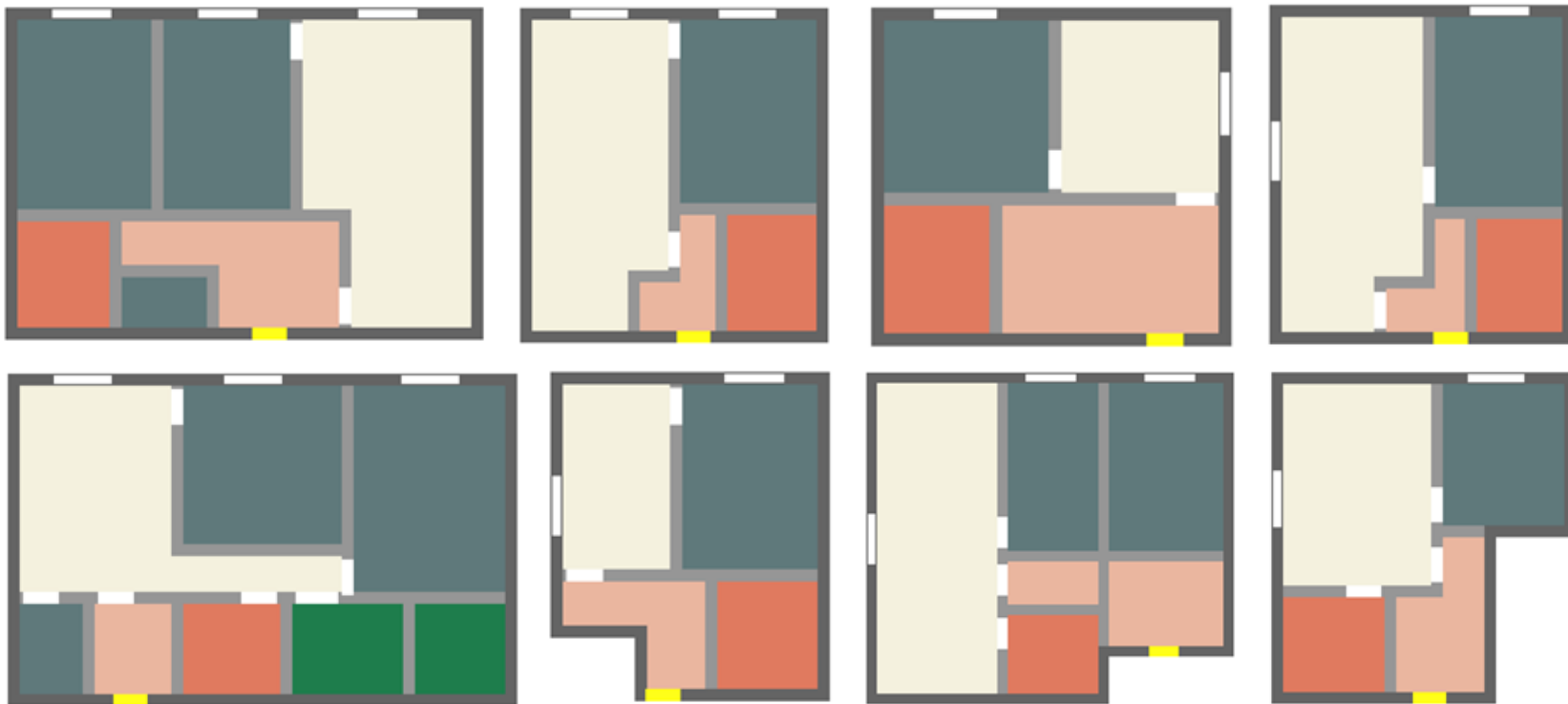
Выводы:

Обученные на коттеджах модели не подходят для квартир из коробки, собираем сопоставимый по количеству датасет квартир и обучаем на них.

WallPlan

CAD

CAD



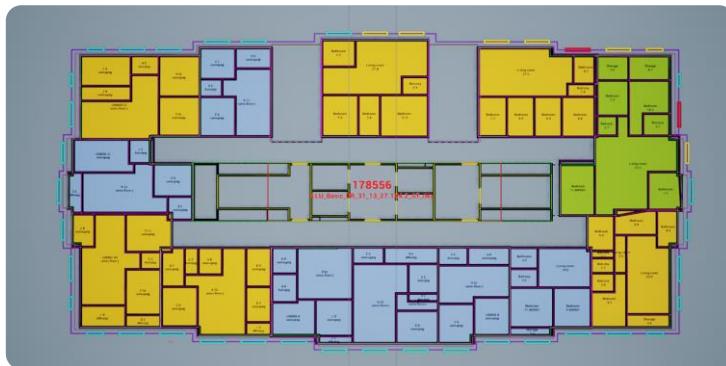
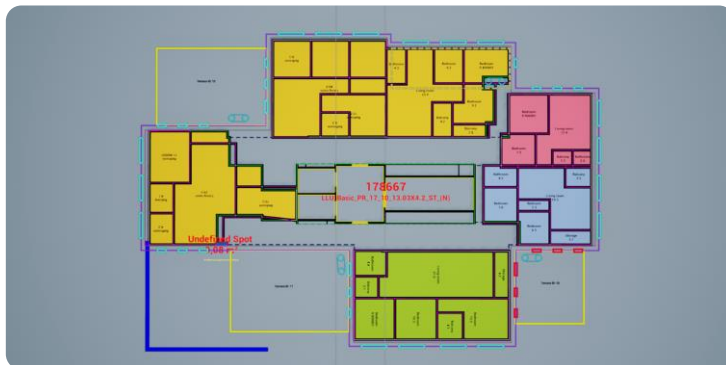
Обучение на квартирах даёт результаты

Пятна квартир

GSDiff

CAD

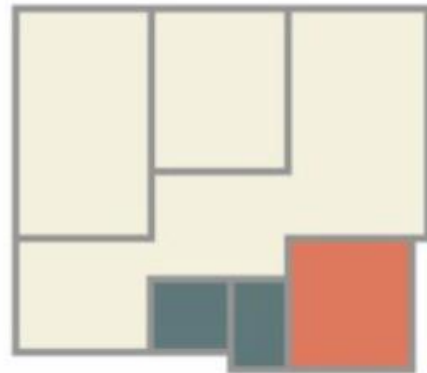
CAD



Выводы:

Считаем модели скрытой диффузии, расшумляющие векторную геометрию, перспективным направлением в ОПР (пока какая-нибудь LLM не станет ASI)

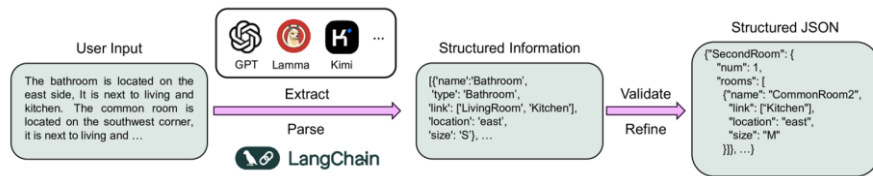
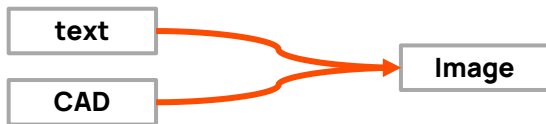
GSDiff



Проводим обучение на квартирах

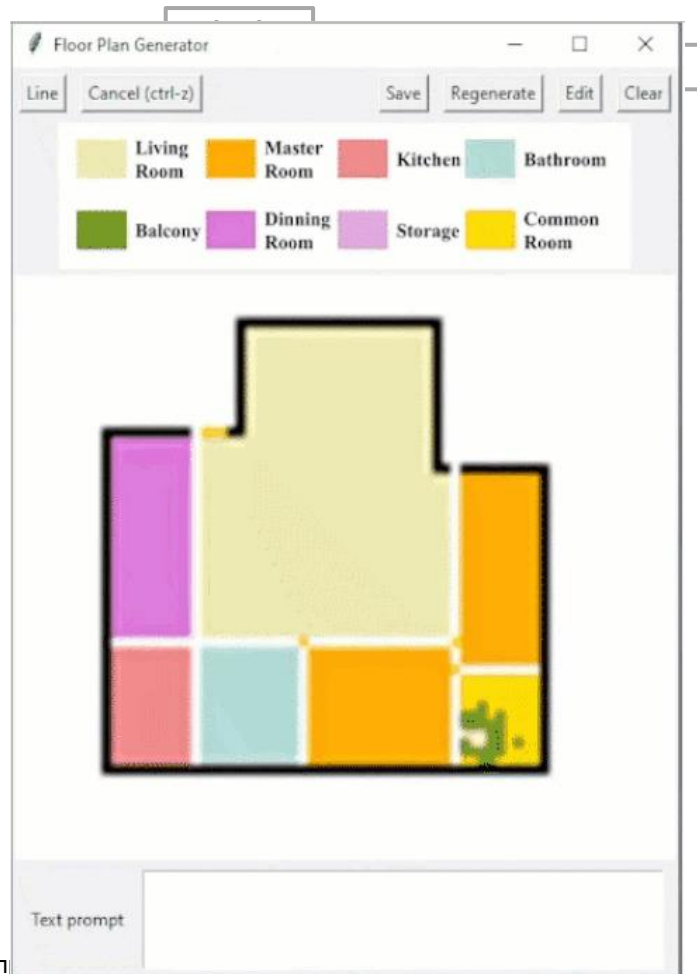
Пятна квартир

LLM



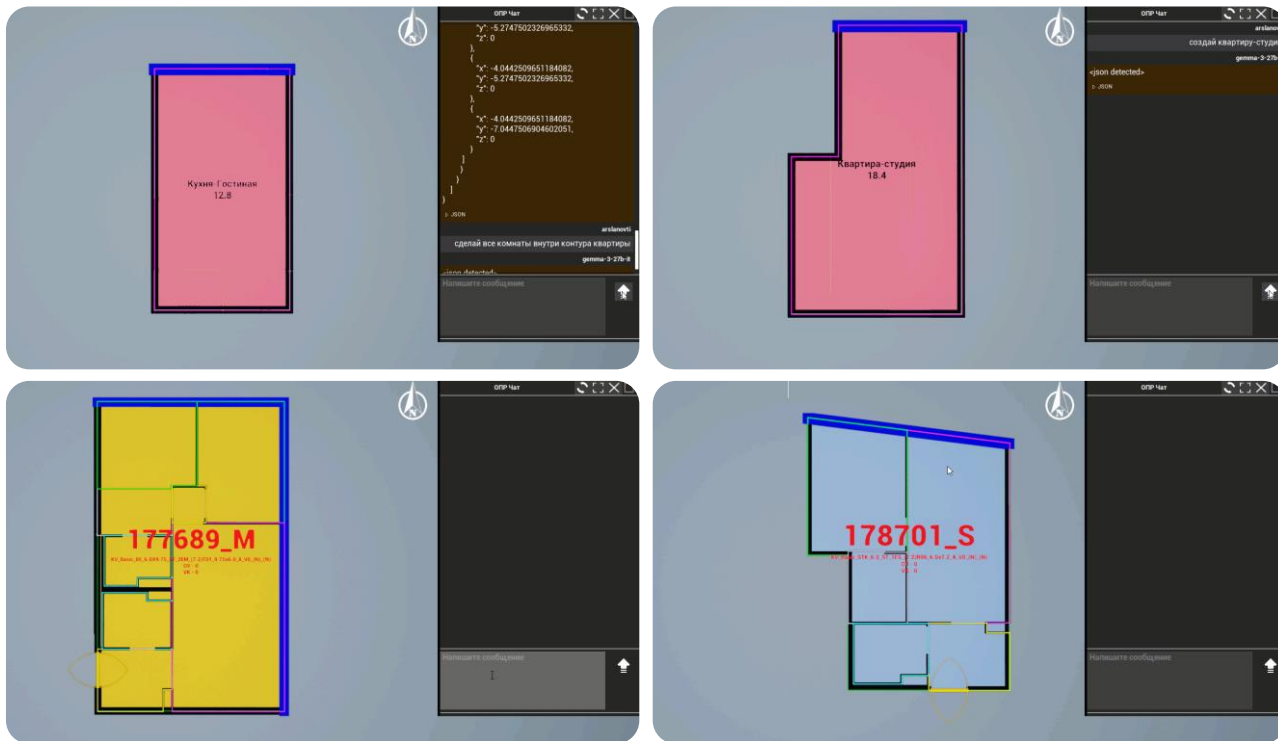
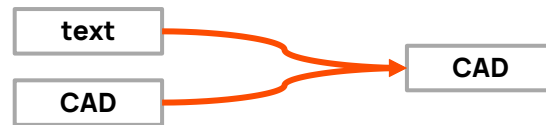
Выводы:

LLM без дообучения обладает базовой адекватностью и универсальностью, но в сложных п



Пятна квартир

LLM

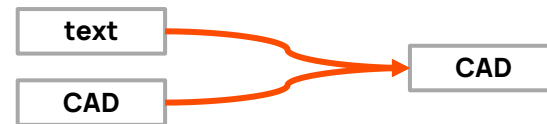


Выводы:

LLM без дообучения обладает базовой адекватностью и универсальностью, но в сложных пространственных задачах путается

Пятна квартир

LLM

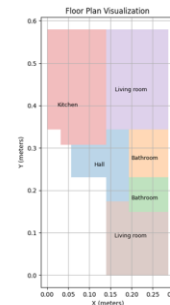
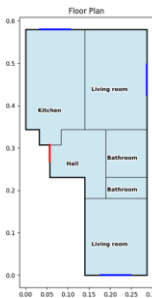
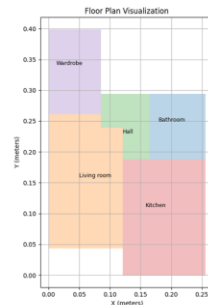
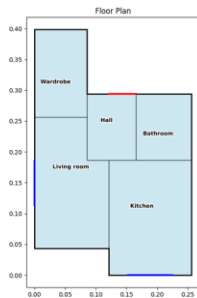
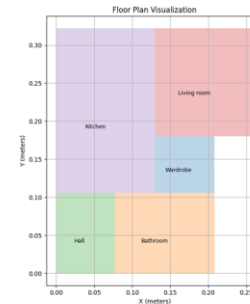
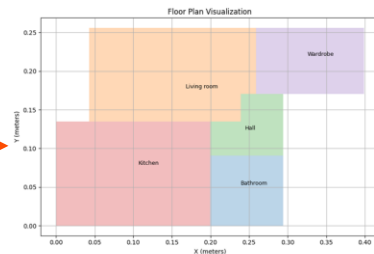
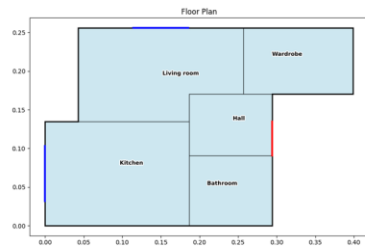
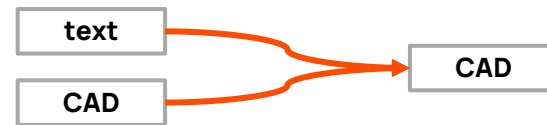


Выводы:

На сложных этажах планировки от современных ЛЛМ напоминают детские каракули, продолжаем тестировать новые модели и дообучать

Пятна квартир

LLM



Выводы:

Дообучение показывает хорошие результаты

Статусы генераторов массинга и инструментов ассистирования

Название	Возможность обучения	Готовность датасета	насколько детально может генерироваться результат после дообучения и доработки 0/10	Ограничение объема (меш геометрия, облако точек, может максимальная высотность в виде текста)	Ограничение футпринтом (контур в векторном формате)	Абстрактное текстовое описание (описание)	Структурированное текстовое описание (ТЗ или другая информация о наполнении, граф)	Возможность регенерации по разным видам входных данных	Изображение на вход	генерация не прямых углов	Чистая форма	Формы с консолями
StableDiffusion (карты высот)			6				доработка	непонятно	непонятно			
Hunyuan3D	?		8			проверить последнюю версию						
Cadrille		? (надо спросить у них)	6	? (надо спросить у них)		один из режимов (уточнить у авторов)						
Building Agent	?		?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Trellis	?		8			проверить последнюю версию						
Hi3dGen	?		8			проверить последнюю версию						
BuildingGAN		непонятно	5									
BuildingGNN	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
BlenderMCP		?	10	доработка	доработка				возможно, но не изучено			
RevitMCP		?	10	доработка	доработка				возможно, но не изучено			
Gemma и другие LLM			10	доработка	доработка				возможно, но не изучено			

Возможности учета ограничений различными нейронными сетями в задаче генерации квартир

Название		Векторный результат	Граф помещений	Задаваемый контур	Непрямые углы	Входная дверь	Окна	Несущие стены
1.	WallPlan							
2.	ArchiGAN							
3.	MaskPLAN							
4.	Cons2Plan							
5.	Graph2Plan							
6.	ChatHouseDiffusion							
7.	House Diffusion							
8.	HouseGAN ++							
9.	FloorGAN							
10.	PlanNet							
11.	HouseLLM							
12.	GSDiff							
13.	LLM							

Продажи и маркетинг

Новостройки в Москве и области ▾

Бунинская набережная Серия плюс

● Потапово ⚡ Новый проект 🏠 Умные планировки ⓘ



От 6 794 628 Р

Саларьево парк Корпус. Серия плюс

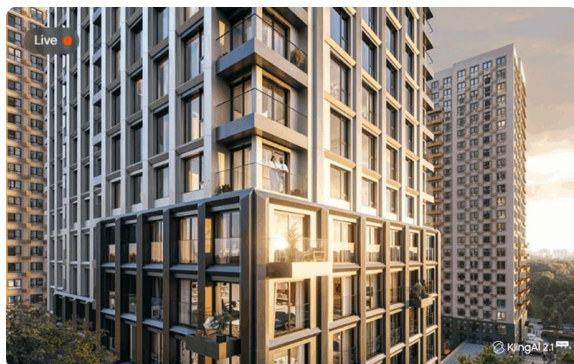
● Саларьево ⚡ Новый корпус 🏠 Умные планировки ⓘ



От 7 693 480 Р

Бусиновский парк Серия плюс

● Ховрино 🚶 20 мин 🏠 Умные планировки ⓘ



От 7 805 040 Р

Матвеевский парк Серия плюс

● Аминьевская 🚶 3 мин 🏠 Умные планировки ⓘ



От 9 624 776 Р

Статус вкратце

1. Проанализировали более 150 научных публикаций с решениями ИИ в проектировании
2. Выявили более 200+ потенциальных применений ИИ в бизнес-процессах
3. Протестировали 25 решений с открытым исходным кодом
4. Посетили 10+ мероприятий и собрали 40+ профильных контактов из сферы ИИ
5. Работаем с 5-ю подрядчиками по направлениям 6 генеративных нейронных сетей
6. Запустили разработку 4 MVP для разных стадий проектирования
7. Уникальные по объему и качеству отраслевые данные:

~45 000 планировок квартир

~1 000 BIM-моделей жилых домов (100 с новой эстетикой)

~500 3D моделей микромассинга

~200 BIM-моделей СКБ

~13 000 000 000 действий проектировщиков (350 000 000 в сутки)

Парадокс Джевонса

рост эффективности использования ресурса ведет к увеличению его потребления

Светодиоды кратно снизили затраты на освещение - теперь освещёнными стали каждая улица, фасад, подъезд

