



## **МЕТОДЫ РАБОТЫ С БОЛЬШИМИ ДАННЫМИ ДЛЯ АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ МОНИТОРИНГА ТЕМПЕРАТУРЫ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В КРИОЛИТОЗОНЕ**

Авторы доклада:

д.т.н., профессор Ильичев В.А.

д.т.н., с.н.с. Никифорова Н.С.

ст. науч. сотр. Коннов А.В.

Докладчик:

магистр НИУ МГСУ по профилю «Информационное моделирование в строительстве»

старший научный сотрудник НИИСФ РААСН

**Коннов Артем Владимирович**

Информационное моделирование при возведении ОКС, в том числе устройстве охлаждающих систем основания, в зоне криолитозоне (зоне вечной мерзлоты) находится на начальной стадии развития.

Например, в Якутии существуют следующие проблемы по внедрению технологий информационного моделирования -ТИМ (А. П. Скрыбин и др., 2022):

- Необходимость в нормативной базе по межведомственному взаимодействию
- Отсутствие в существующих сводах правил единой методологии
- Региональная ГИСОГД на стадии разработки
- Нет промежуточных региональных требований
- Потребность в организации внедрения, методов закупки компьютерной техники и программного обеспечения

Есть потребность в организации пилотных проектов с использованием ТИМ на этапе строительства и эксплуатации, с апробацией формирования и ведения информационной модели. Существующие проекты показали, что применение ТИМ позволяет сократить от **7 до 12,5%** время строительно-монтажных работ.

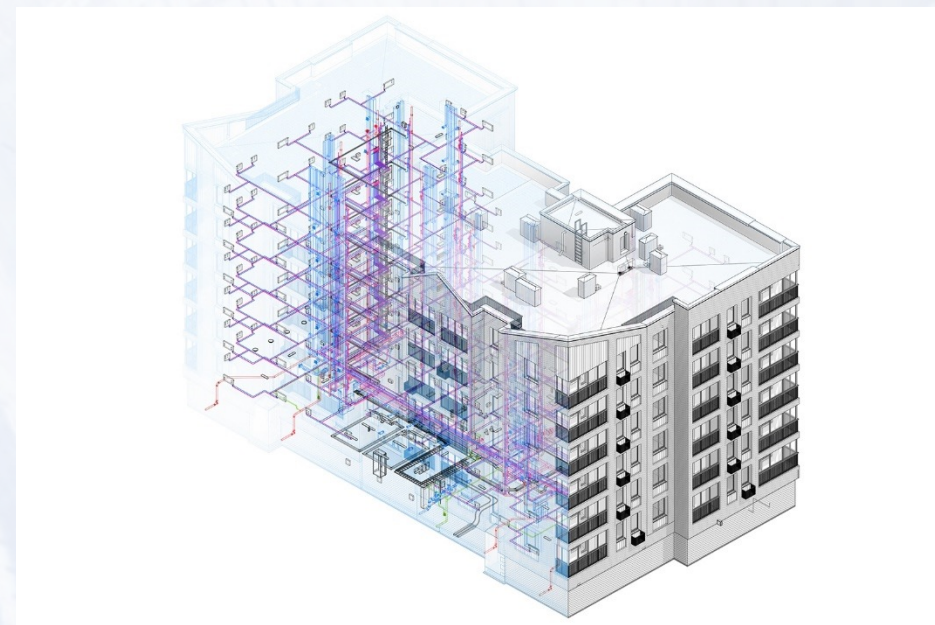


Рис. 1 – Цифровая информационная модель здания

**Большие данные** представляют собой безмерный объем информации, который не может быть обработан стандартными инструментами и аппаратными средствами.



**Применение технологий больших данных в строительстве:**

- ✓ **Минимизация рисков**
- ✓ **Формирование спецификаций, подсчет количества элементов строй конструкций**
- ✓ **Закупки**
- ✓ **Поиск коллизий в BIM моделях**
- ✓ **Мониторинг объекта в режиме реального времени, сокращение сроков строительства и оптимизация бюджета**

**Большие данные** комплексный набор методов, подходов и инструментов обработки структурированных и неструктурированных данных больших объемов

Геотехнический мониторинг зданий и сооружений в зоне вечной мерзлоты включает в себя наблюдения за:

- состоянием грунтов основания (температурный режим),
- гидрогеологическим режимом,
- перемещением конструкций фундаментов вновь возводимого и реконструируемого здания или сооружения

Для осуществления мониторинга в период строительства сооружений оборудуются контрольные термометрические и гидрогеологические скважины, на фундаментах сооружений устанавливаются постоянные геодезические марки

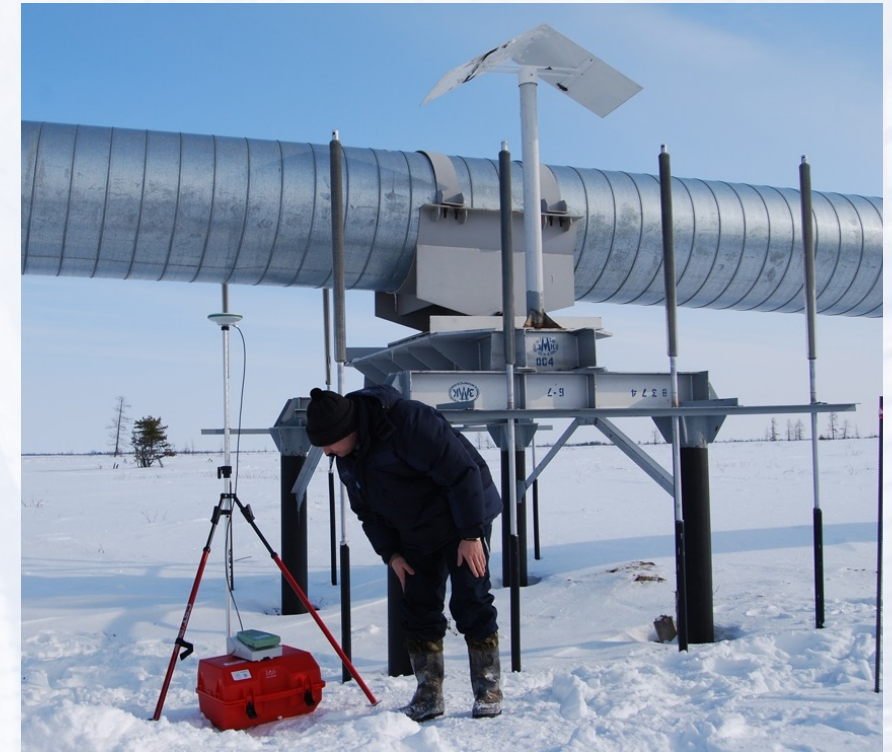


Рис. 2 – Проведение геотехнического мониторинга

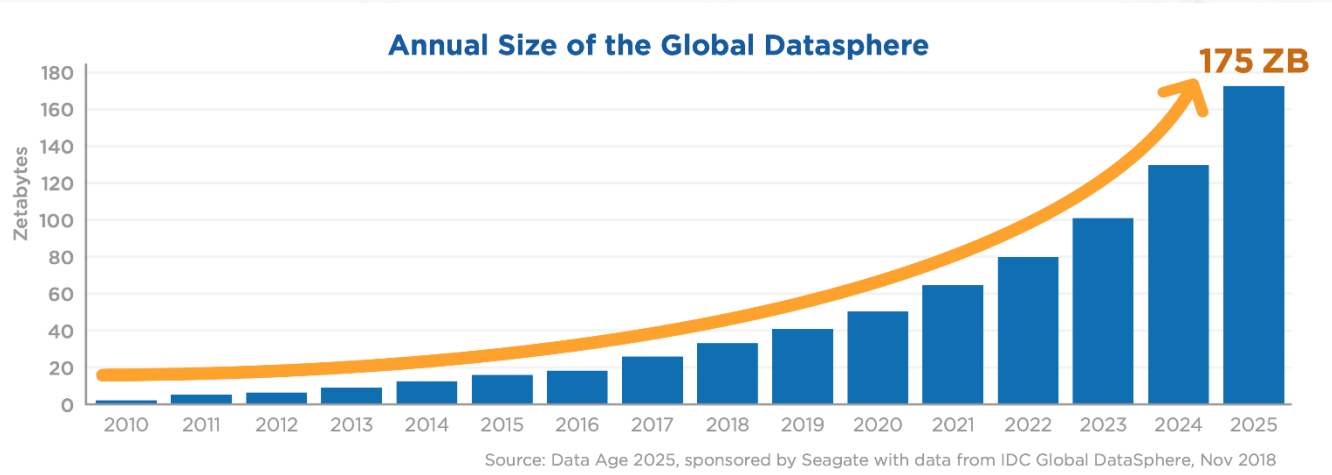


Рис. 3 – Годовой рост глобальной сферы данных

*Источники больших данных:*

- системы автоматизированного геотехнического мониторинга зданий и сооружений
- системы мониторинга состояния вечной мерзлоты на территории России

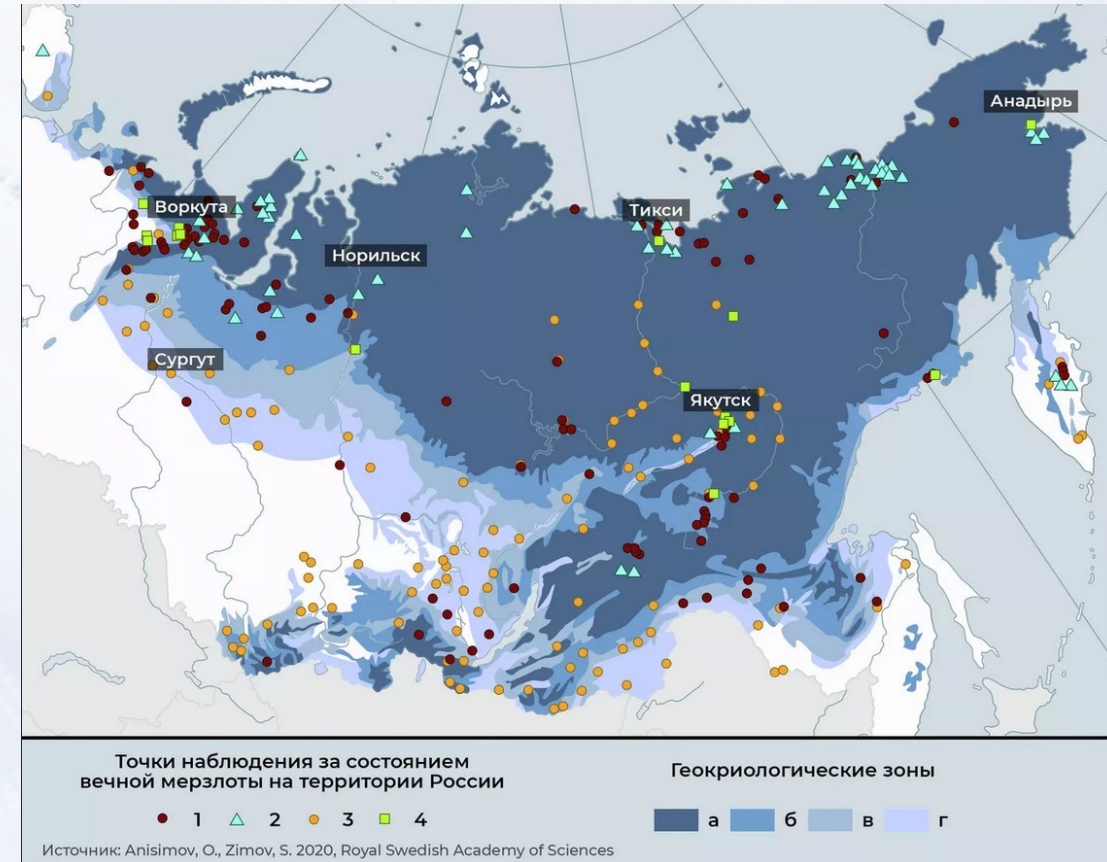


Рис. 4 – Наблюдение за состоянием вечной мерзлоты на территории России

- Метод k-средних
- Метод главных компонент
- Ассоциативные правила
- Анализ социальных сетей

обучение без учителя

мы не знаем, какие закономерности искать, и предоставляем их поиск самим алгоритмам

- Регрессионный анализ
- Метод k-ближайших соседей
- Метод опорных векторов
- Дерево решений
- Случайные леса
- Нейросети

обучение с учителем

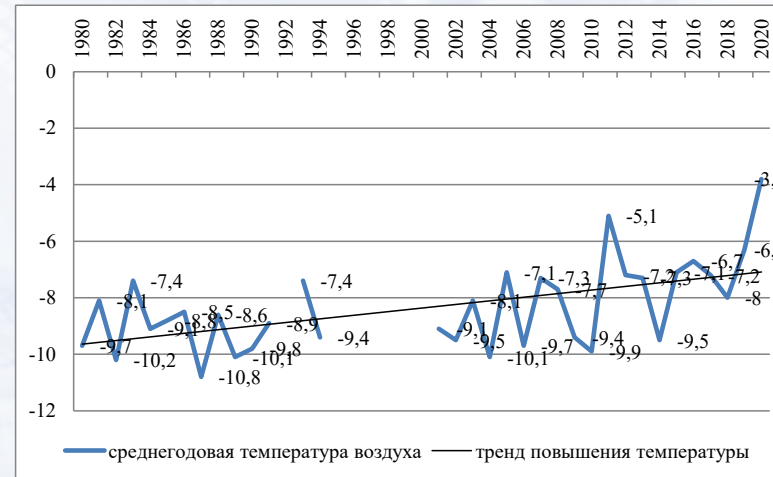
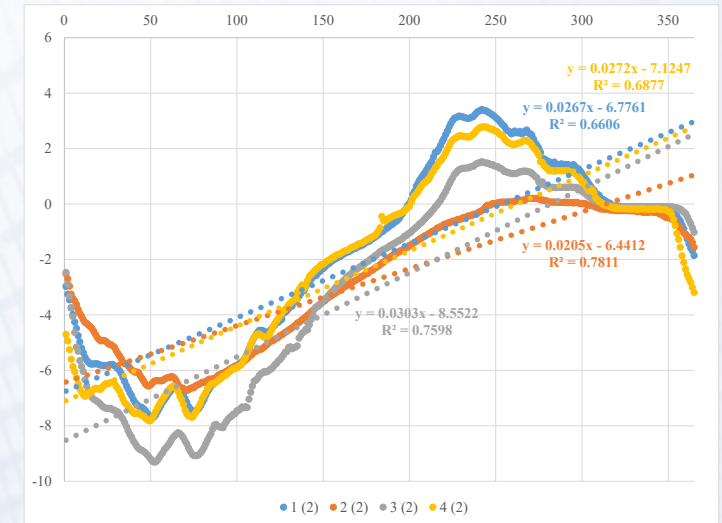
алгоритмы, предсказания которых основаны на уже существующих шаблонах.

Поиск уравнения (уравнения регрессии) для описания зависимости одной переменной от другой (или от нескольких других переменных).

Линии тренда — популярный инструмент для прогнозирования, поскольку они просты как для вычисления, так и для понимания.

Регрессионный анализ, позволяет не только улучшать прогнозирование путем учета множества предикторов, но и сравнивать эти предикторы между собой по степени влияния.

Годовые колебания температуры грунта основания под зданием по 4 скважинам на глубине 1 м



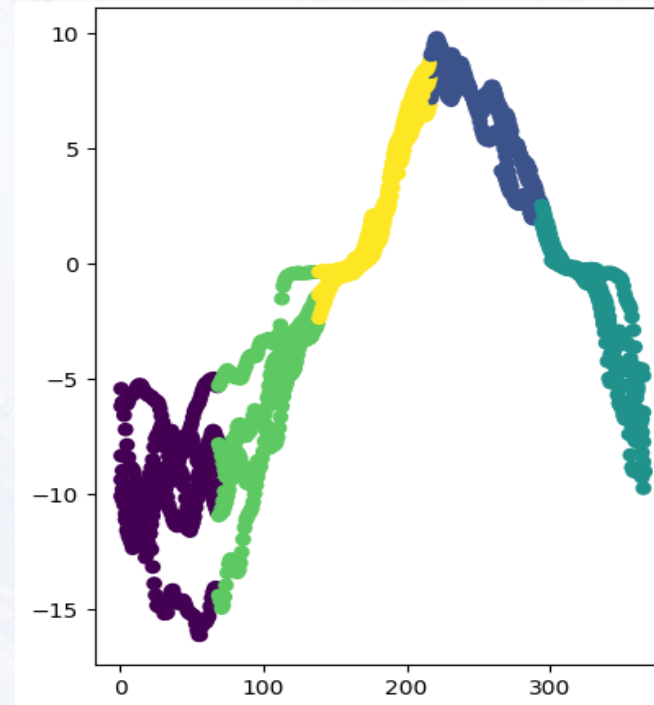
Среднегодовая температура воздуха по данным наблюдений в Норильске и тренд ее повышени

**Задачи классификации** появляются в ситуации, когда есть исходный набор данных, и необходимо классифицировать наблюдения из этого набора в определенную категорию.

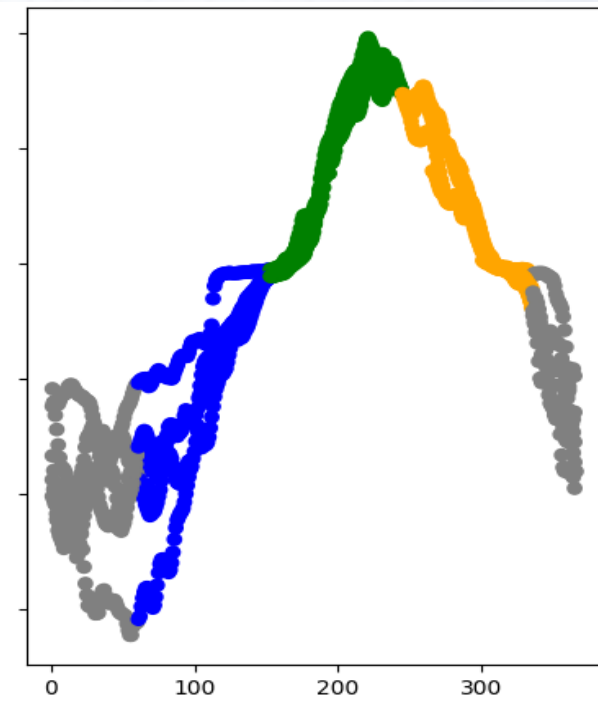
**Метод К-средних** позволяет создавать группы точек данных со схожими количественными характеристиками в датасете.

Применение метода было реализовано в коде на языке Python.

*средние за день температуры грунтов могут быть классифицированы по 4 сезонам: зима, весна, лето, осень*



Предсказанные значения



Реальные значения

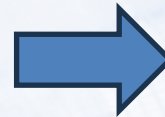
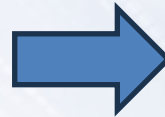
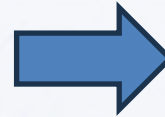
Созданная модель довольно хорошо справилась с предсказанием кластеров в имеющемся наборе данных. Точки данных, расположенные на краях кластеров, в некоторых случаях классифицируются неверно. Каждый сезон имеет свои закономерности изменения температуры грунта и должен рассматриваться при их анализе в отдельности.



Бизнес-аналитика — это работа с данными, изучение показателей компании с целью решить проблемы или предложить улучшения. Бизнес-аналитика нужна, чтобы руководители могли принимать решения, основанные на данных.

Три основные задачи бизнес-аналитики:

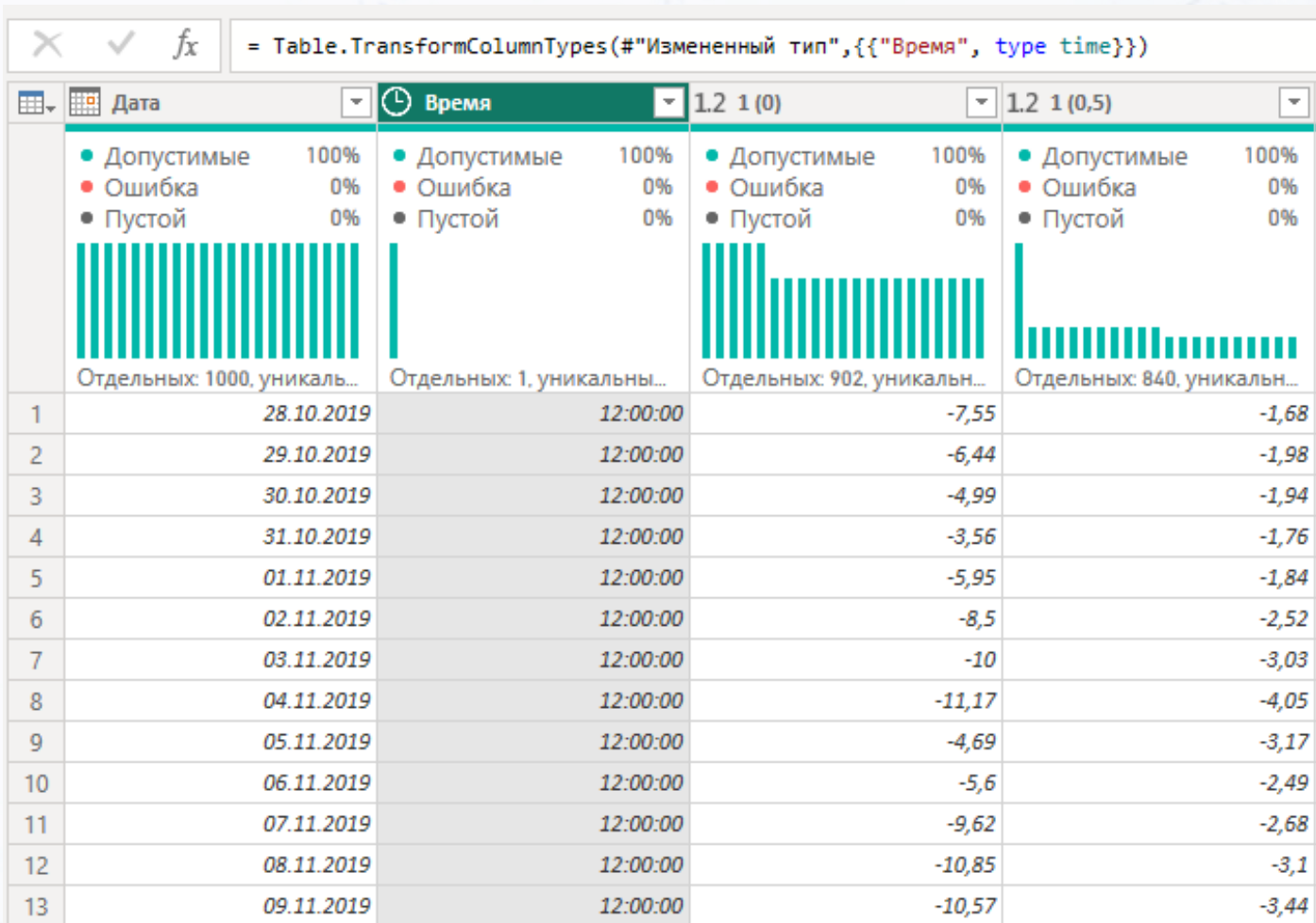
- получить данные о работе компании в виде чисел — например, данные о среднем чеке, количестве покупок, проценте возврата и так далее;
- обработать и структурировать эти данные: сделать так, чтобы их можно было использовать для анализа;
- провести анализ данных: найти закономерности, выявить тренды и аномалии, предложить решение проблем или прогнозировать развитие компании в тех или иных условиях.



Три основные задачи мониторинга:

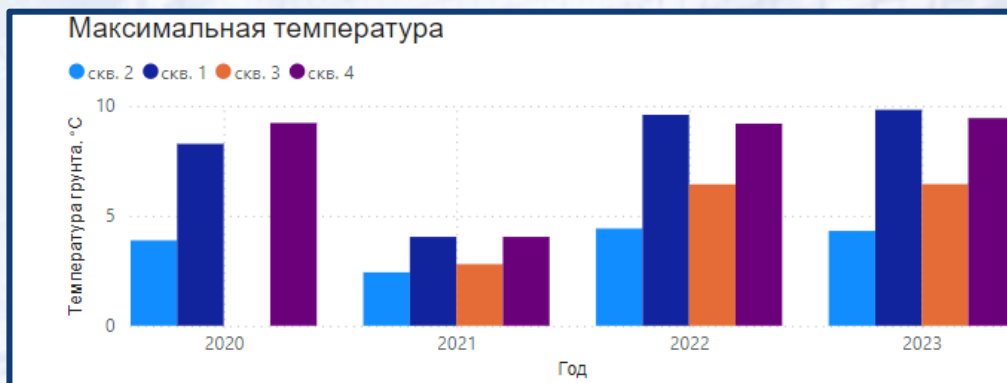
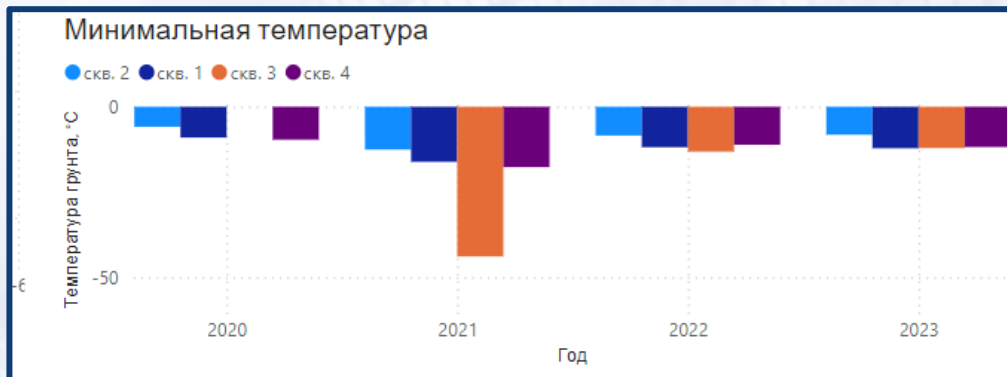
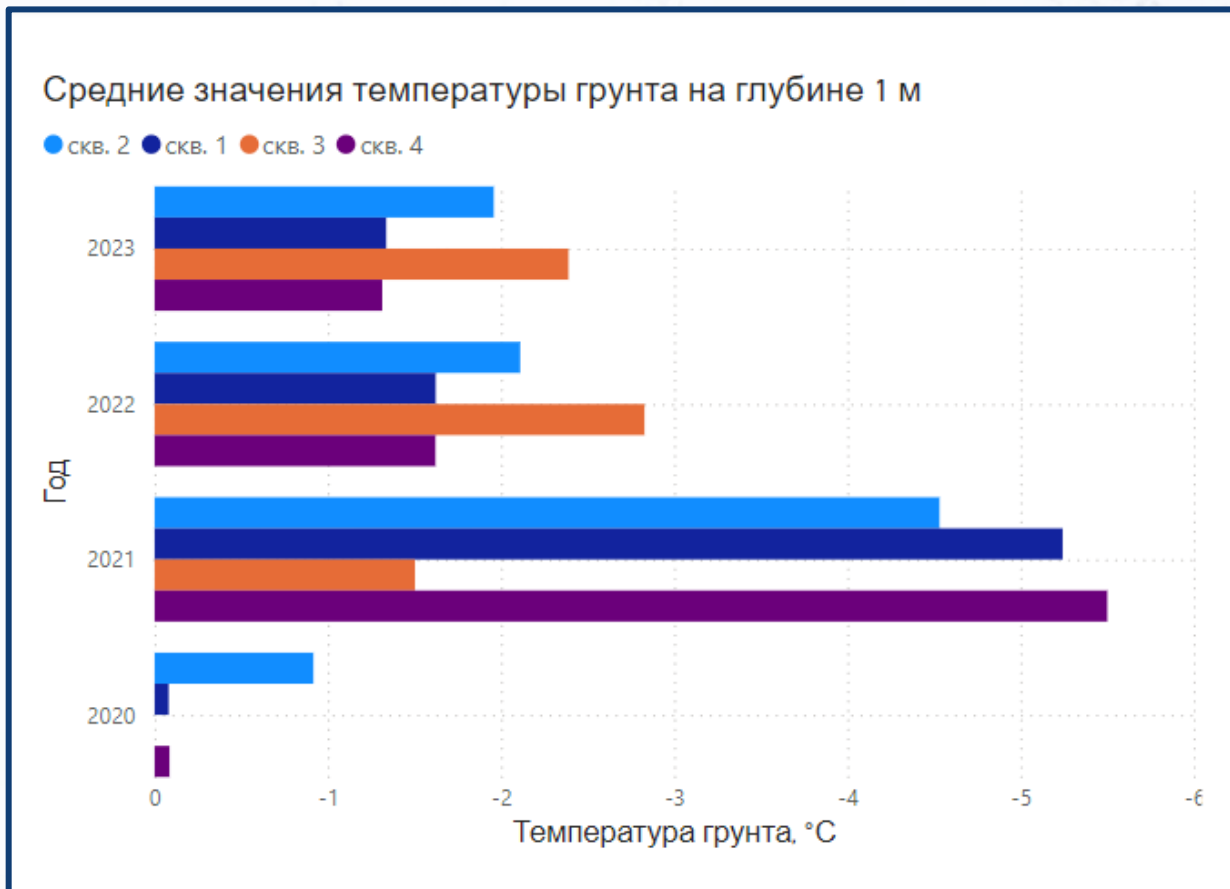
- получить данные об основных контролируемых параметрах: среднегодовая температура грунта, толщина сезонно-талого слоя и др.;
- обработать и структурировать эти данные: сделать так, чтобы их можно было использовать для анализа;
- провести анализ данных: найти закономерности, выявить тренды и аномалии, предложить решение проблем или прогнозировать развитие контролируемых параметров для обеспечения эксплуатационной пригодности здания

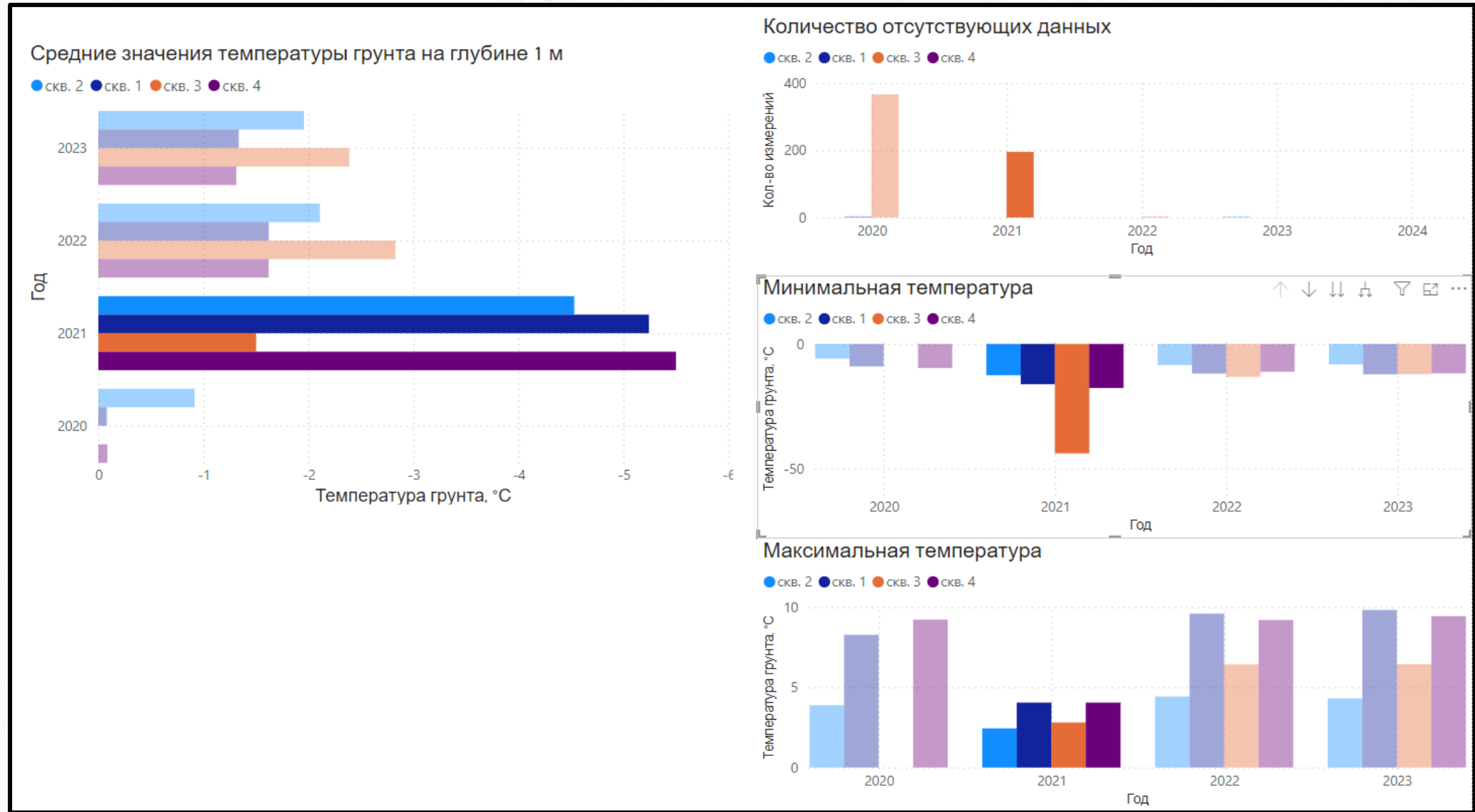
### Предобработка данных. ETL процесс



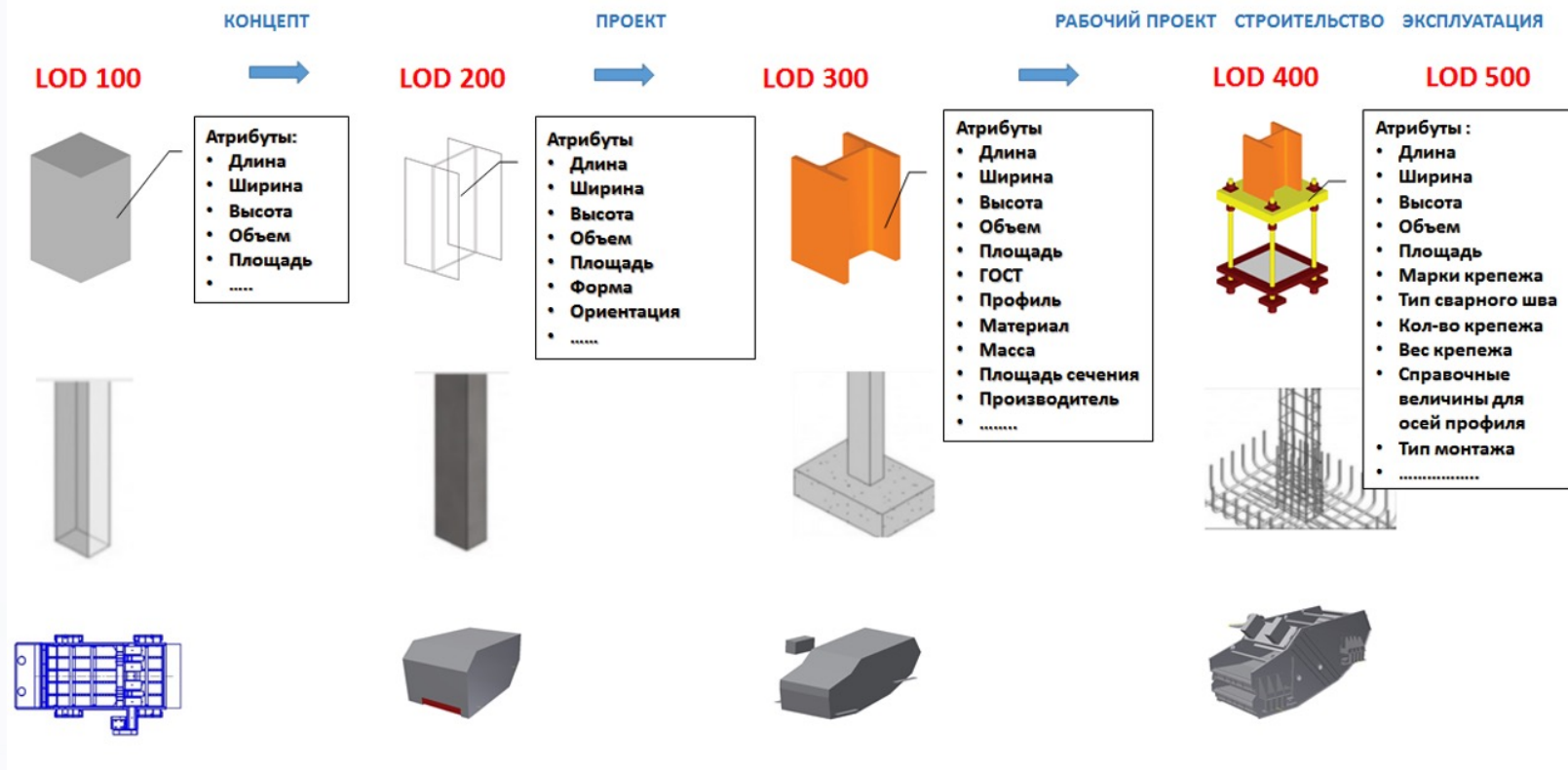
### Создание избыточности данных на языке DAX

Пропуск данных 1(1)	Пропуск данных 2(1)	Пропуск данных 3(1)
0	0	0
0	0	0
0	0	1
0	0	0
1	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0





УРОВНИ ДЕТАЛИЗАЦИИ МОДЕЛИ

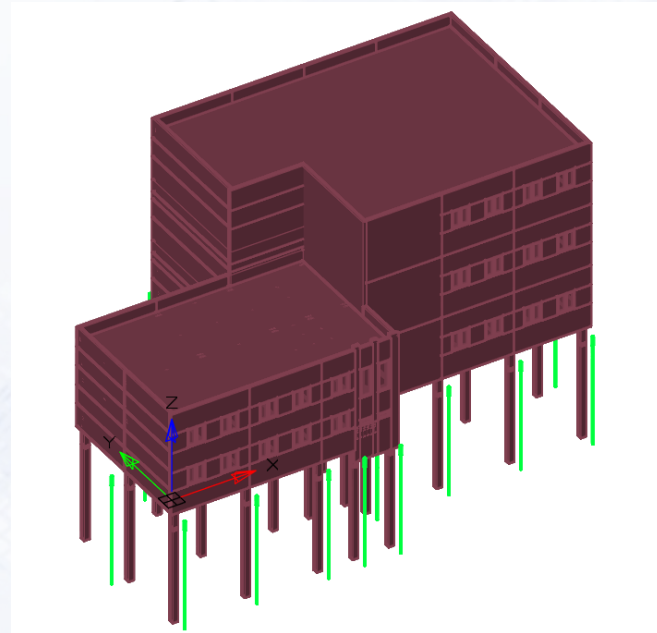
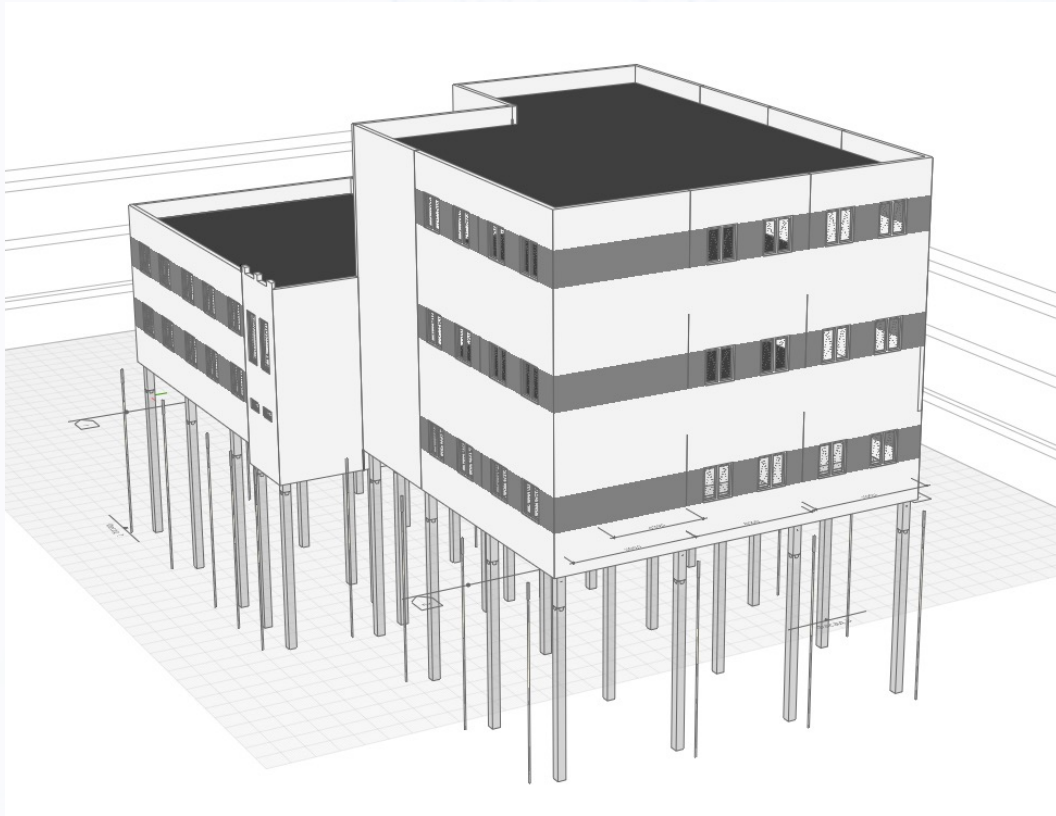


Уровни детализации модели (схема НПП “АВС-Н”)

Три метода монтажа ТСГ:

- 1) с помощью инвентарной скобы;
- 2) с применением захвата тела термостабилизатора ниже конденсаторной части на мягкий строп;
- 3) ручным методом, когда поднятие термостабилизатора в вертикальное положение производится с помощью подручных средств.

Установлено (Габидуллин, Р. Н. 2019), что только способ монтажа с использованием инвентарной скобы не допускает повреждения конденсаторной части термостабилизатора грунта.



Исполнительная цифровая  
информационная модель  
здания и охлаждающей  
системы

Свойство	Значение
Материал оребрения	алюминий
Площадь оребрения	1,57 м <sup>2</sup>
покрытие	нет
Способ монтажа	С применением инвентарной скобы
Толщина ребер	0,50 мм
Толщина стенки корпуса	3,50 мм
Хладагент	углекислота
Шаг ребер	2,50 мм

Информационное наполнение  
элемента термостабилизатора  
модели

Цифровая информационная модель здания и охлаждающей системы на этапе проектирования

***Спасибо за внимание!***



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>