ИРКУТСКАЯ
НЕФТЯНАЯ
КОМПАНИЯ

Геоинформационный анализ коррозионных рисков: от разрозненных данных к точечным управленческим решениям

ИРКУТСКАЯ НЕФТЯНАЯ КОМПАНИЯ



Спикер:
Чеботаев Павел Владимирович

Директор департамента технической целостности и комплексной защиты объектов трубопроводного транспорта,
ООО «Иркутская нефтяная компания»

Сайт ИНК

Telegram

VK

Дзен

Тел.:+7 (3952) 211-352
Email: info@irkutskoil.ru

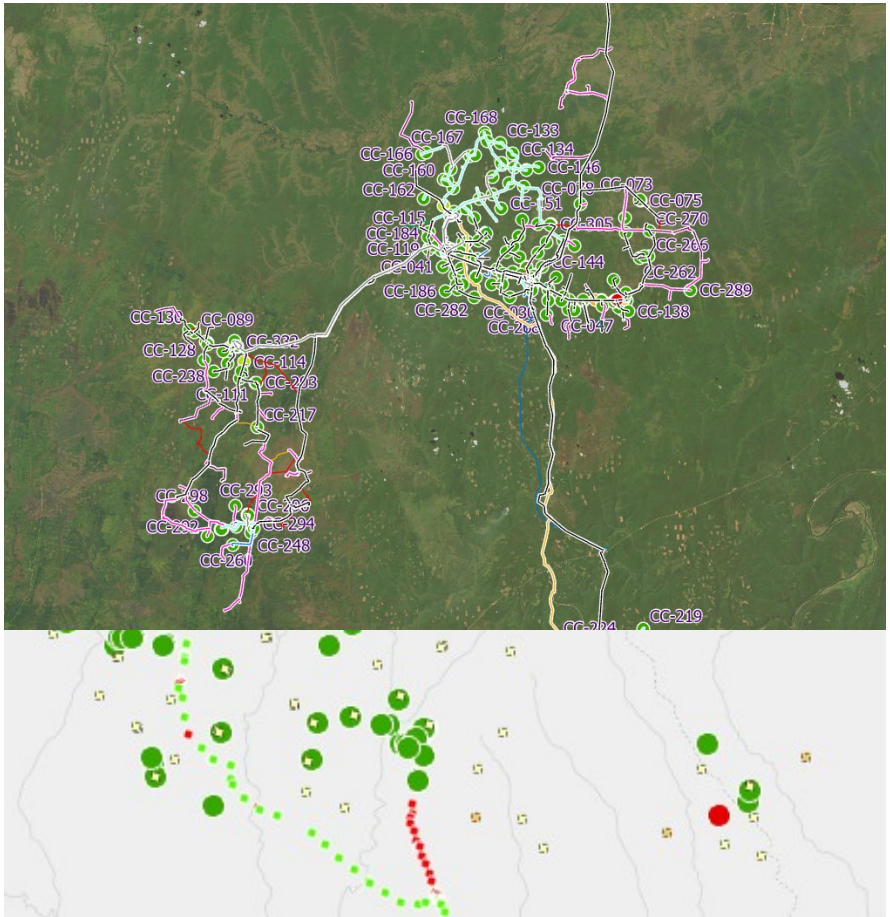
Роль геоинформационных систем (ГИС) в процессах управления коррозией

Проблематика: Традиционные подходы к управлению коррозией фрагментированы: данные разрознены, решения принимаются без учёта пространственного контекста.

ГИС выступает единой цифровой платформой для интеграции пространственных и атрибутивных данных. Используя ГИС, специалисты визуализируют и анализируют все данные, необходимые для оценки состояния трубопровода и его отдельных участков в единой системе, что позволяет перейти от работы с разрозненными таблицами и текстовыми отчетами к работе с интерактивными картами рисков.

Исходные данные:

1. Результаты ВТД.
2. Результаты ревизии.
3. Замеры УКК.
4. Э□З.
5. Аварии и инциденты.
6. Тех.режим.
7. □□С.
8. Пересечения с ВП и АД

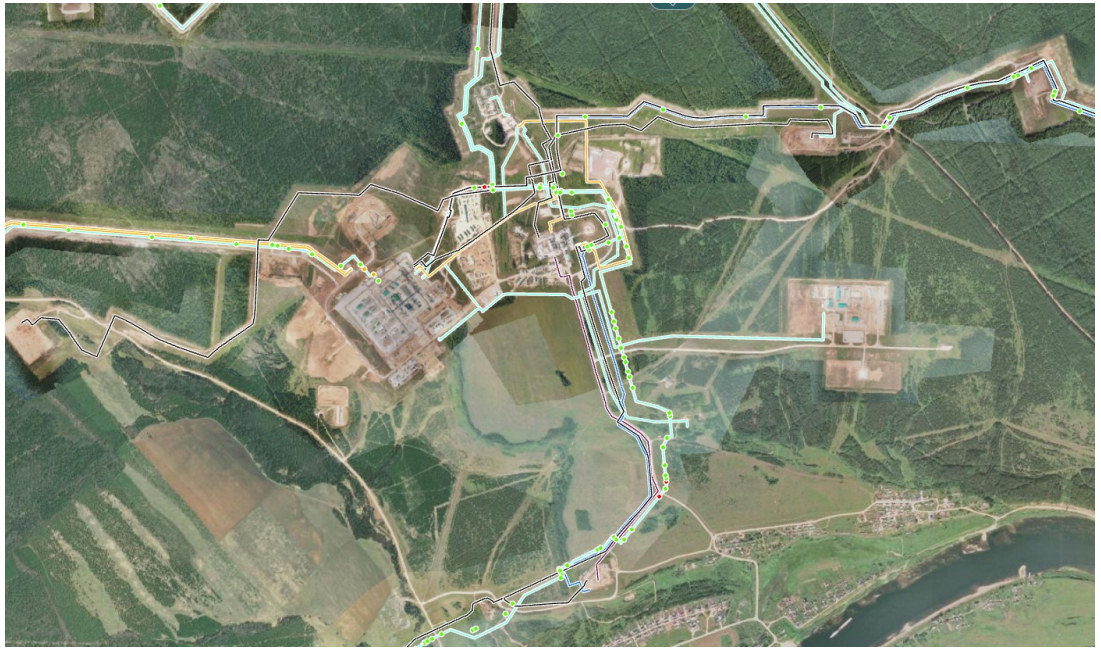


□ормирование базы пространственных данных

Для проведения анализа в ГИС-среду загружаются и привязываются к координатам следующие массивы данных:

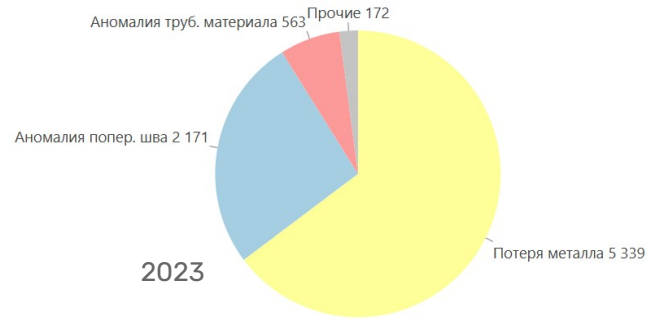
- □инейные объекты - трасса трубопровода
- Точечные объекты - контрольные точки измерений Э□З, координаты установленных УКК, точки отбора проб □□С на скважинах и вдоль трассы
- Атрибутивные данные:
  - по Э□З – потенциалы «труба-земля»
  - по УКК - скорость коррозии (мм/год)
  - по □□С - концентрация сероводорода (H2S), обводненность продукции (%), температура и давление в точке отбора и др.

- Дополнительные слои: результаты ВТД, источники блуждающих токов, карта форм рельефа, гидрология.



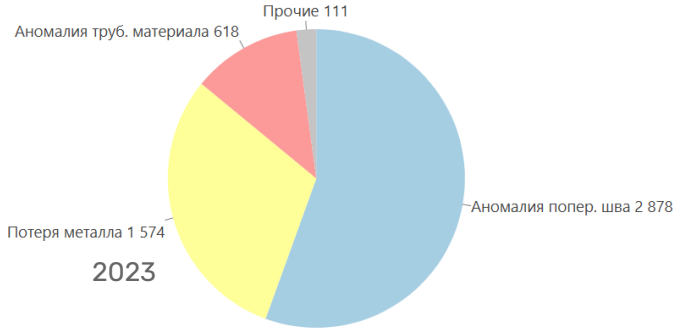
Визуализация исходных данных

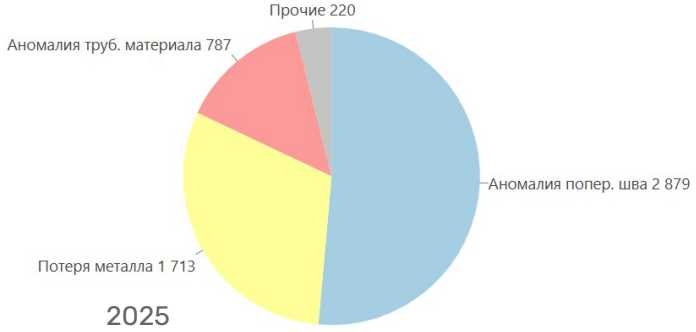
Участок №1



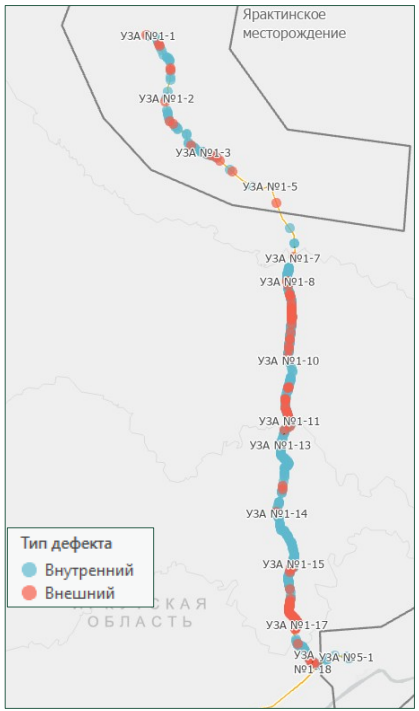


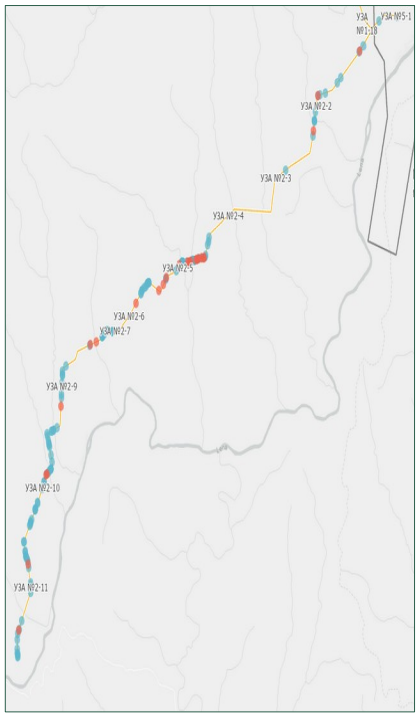
Участок №2

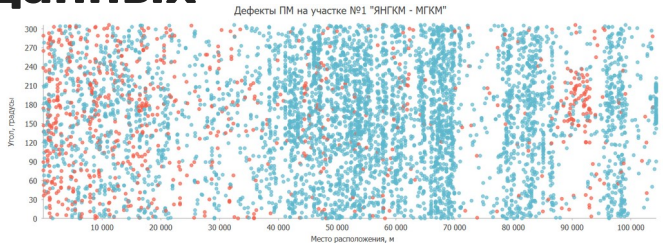


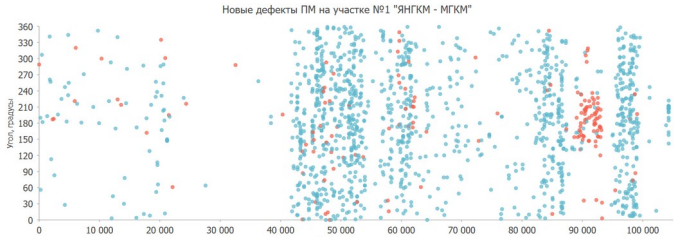


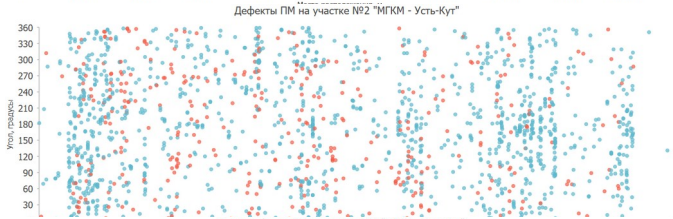
Визуализация исходных данных

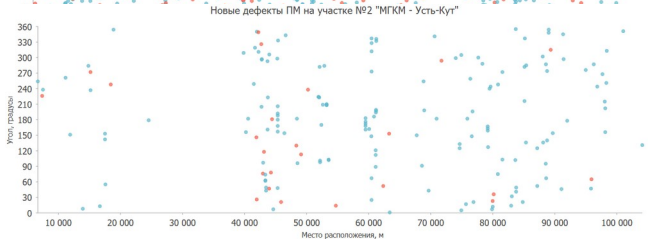






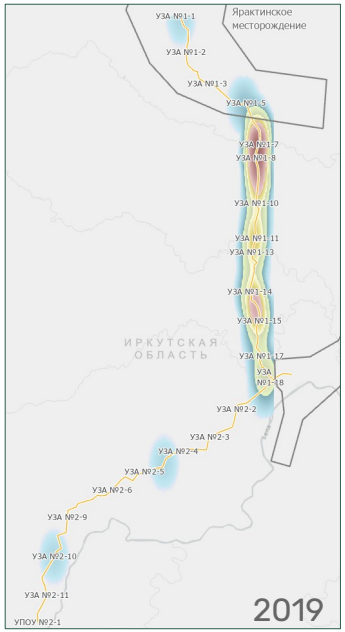


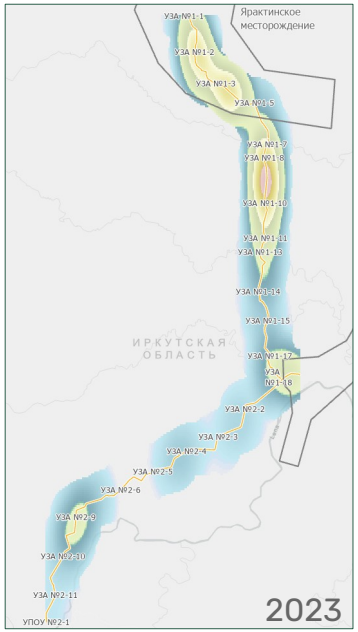


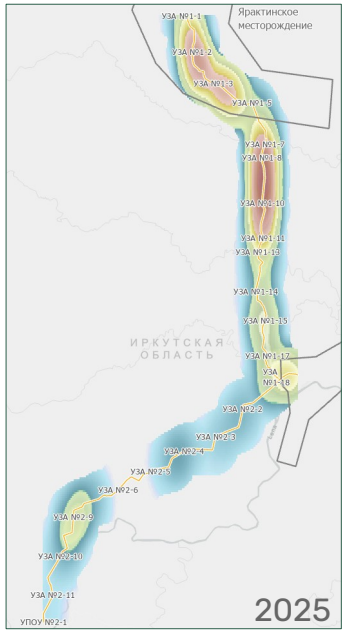


Визуализация исходных данных

Общая коррозия
(**внутренняя/внешняя**)
> 10% от толщины стенки

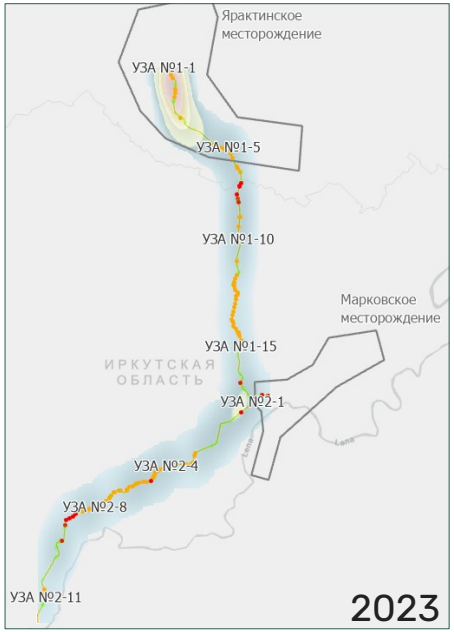


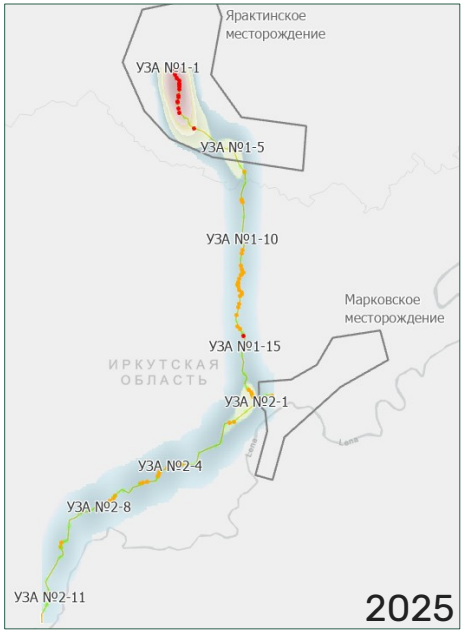


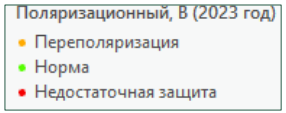


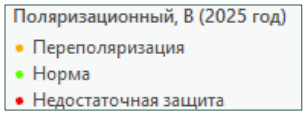
Визуализация исходных данных

Анализ данных ВТД по дефектам **внешней** потери металла показывает динамику по росту количества дефектов на внешней поверхности трубопровода под изоляцией. Дефекты не критические, ресурс по безопасной эксплуатации **не менее 4-х лет**. Рост количества дефектов свидетельствует о необходимости проведения контроля защиты от наружной коррозии.





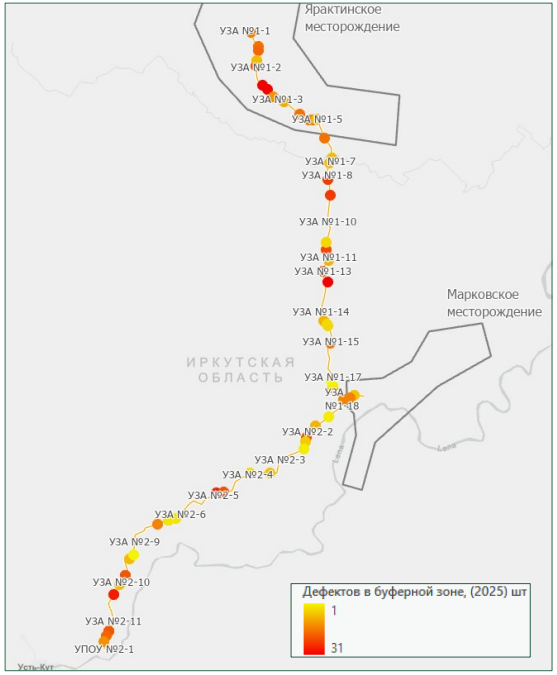


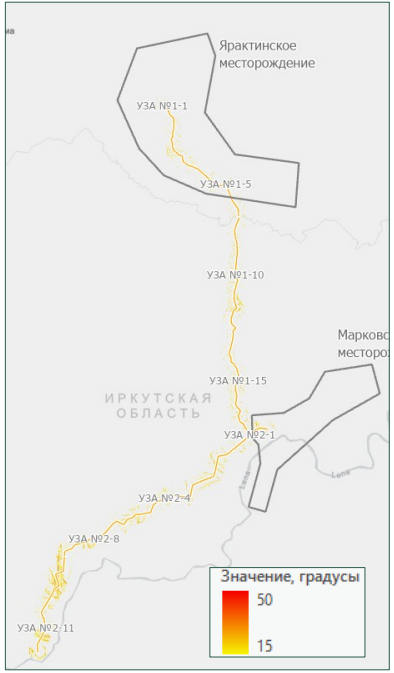


Визуализация исходных данных

Использование риск-ориентированного подхода, ключевые факторы:

- Динамика роста дефектов
- Условия рельефа
- Тип водной преграды
- Технологические риски
- Потенциально опасные участки НДС

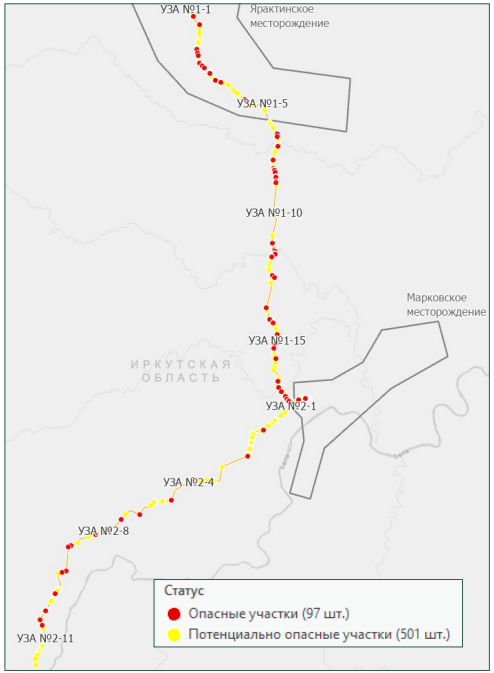


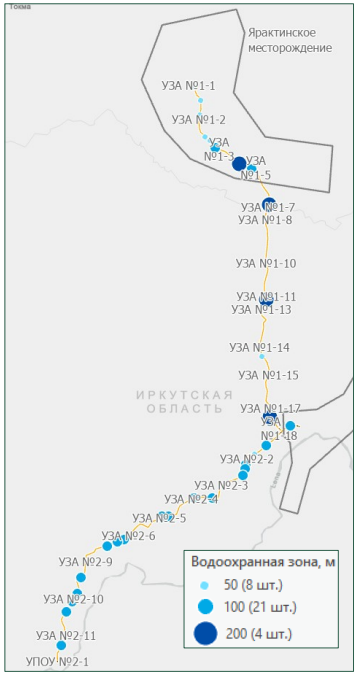


Визуализация исходных данных

Пересечения с водными преградами (33 участка) – использование риск-ориентированного подхода, ключевые факторы:

- Динамика роста дефектов
- Условия рельефа
- **Тип водной преграды**
- Технологические риски
- **Потенциально опасные участки НДС**

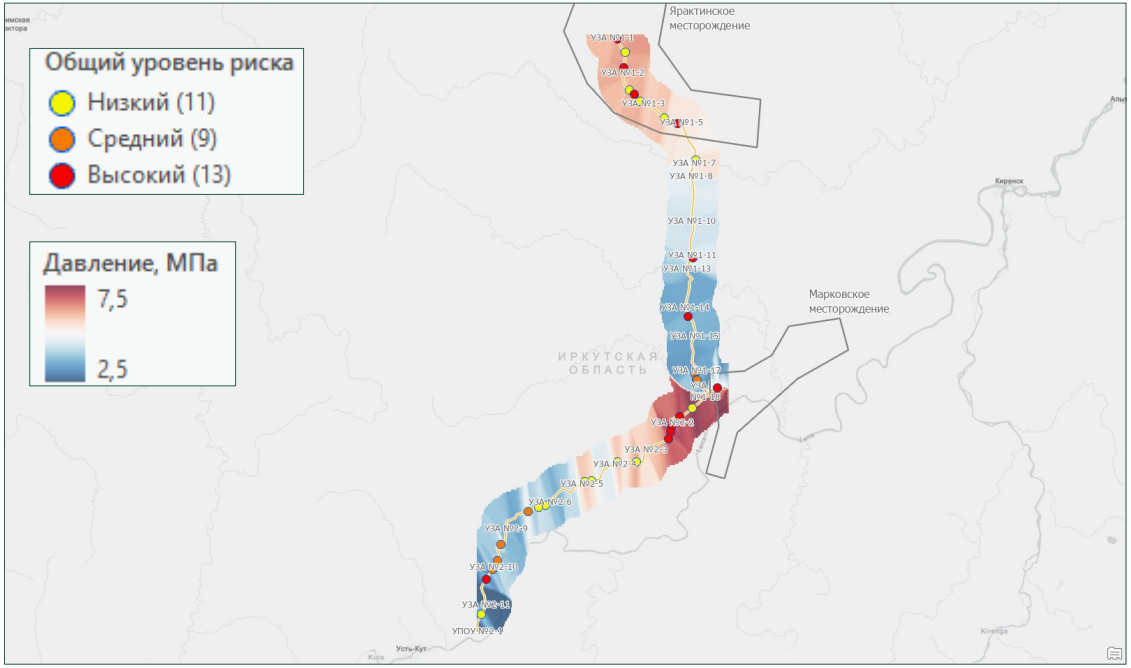




Визуализация исходных данных

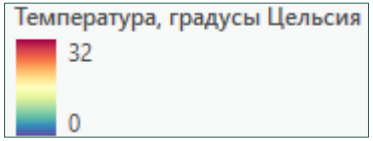
Пересечения с водными преградами (33 участка) – использование риск-ориентированного подхода, ключевые факторы:

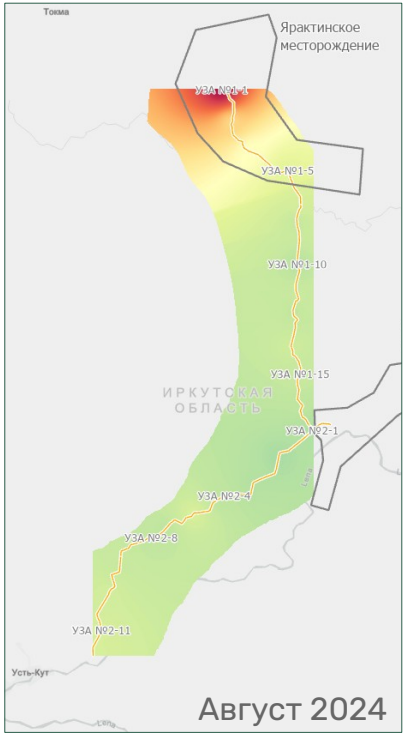
- Динамика роста дефектов
- Условия рельефа
- Тип водной преграды
- **Технологические риски**
- Потенциально опасные участки НДС

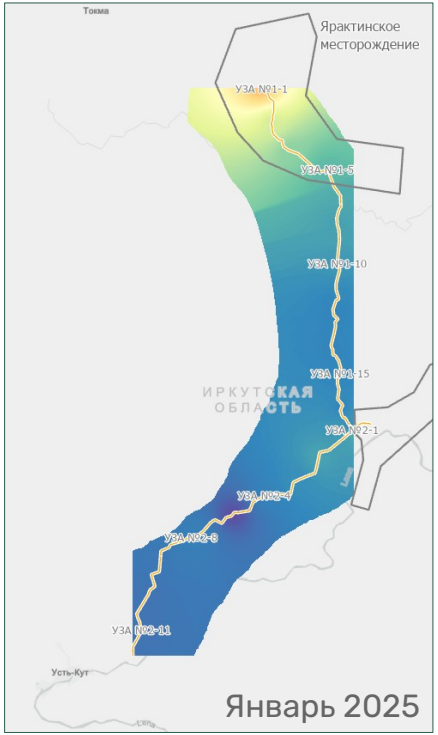


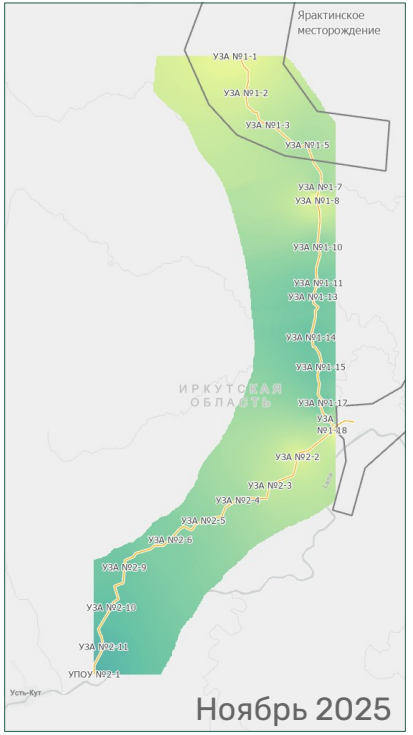
Визуализация исходных данных

Изменение температуры продукта по трассе трубопровода август 2024/январь 2025





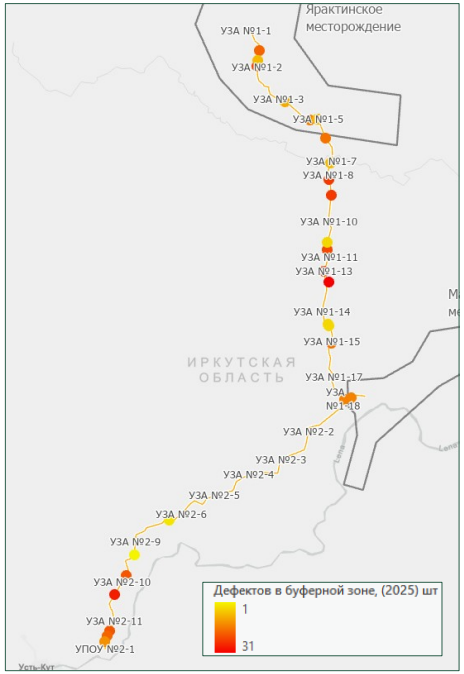


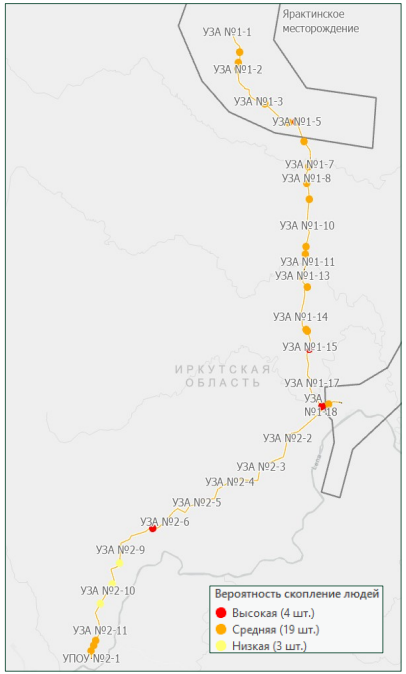


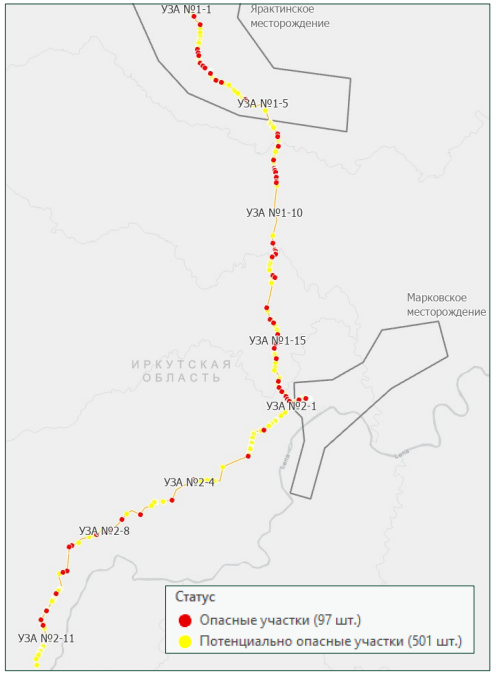
Визуализация исходных данных

Пересечения с автодорогами (26 участков) – использование риск-ориентированного подхода, ключевые факторы:

- Технологические риски
- Динамика роста дефектов
- Условия рельефа
- Скопление людей
- Потенциально опасные участки НДС



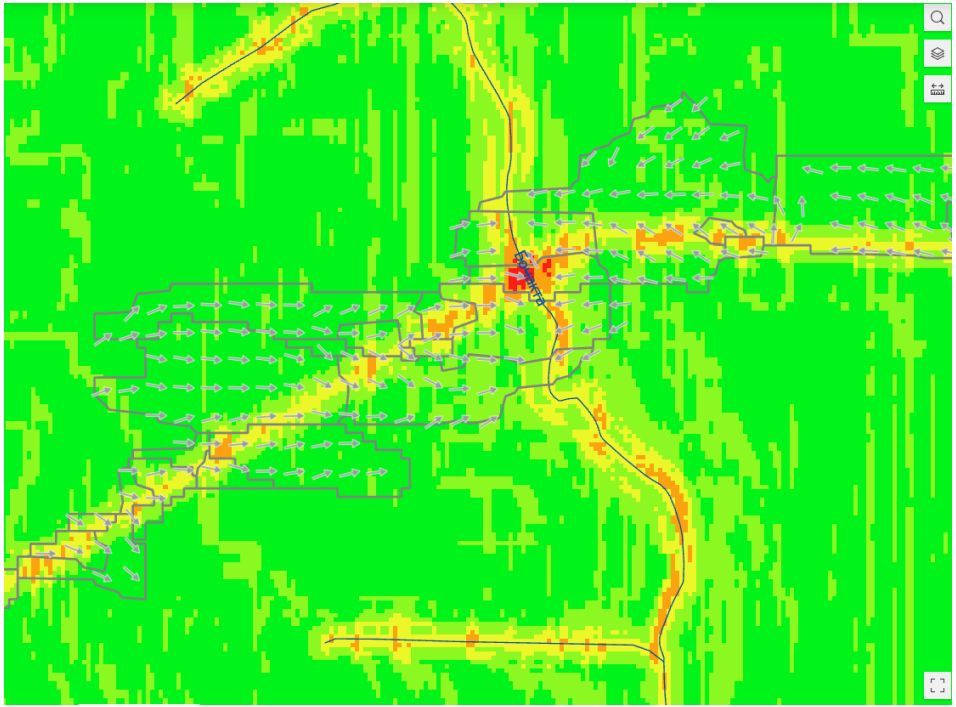




Визуализация исходных данных

Пересечения с автодорогами (26 участков) – использование риск-ориентированного подхода, ключевые факторы:

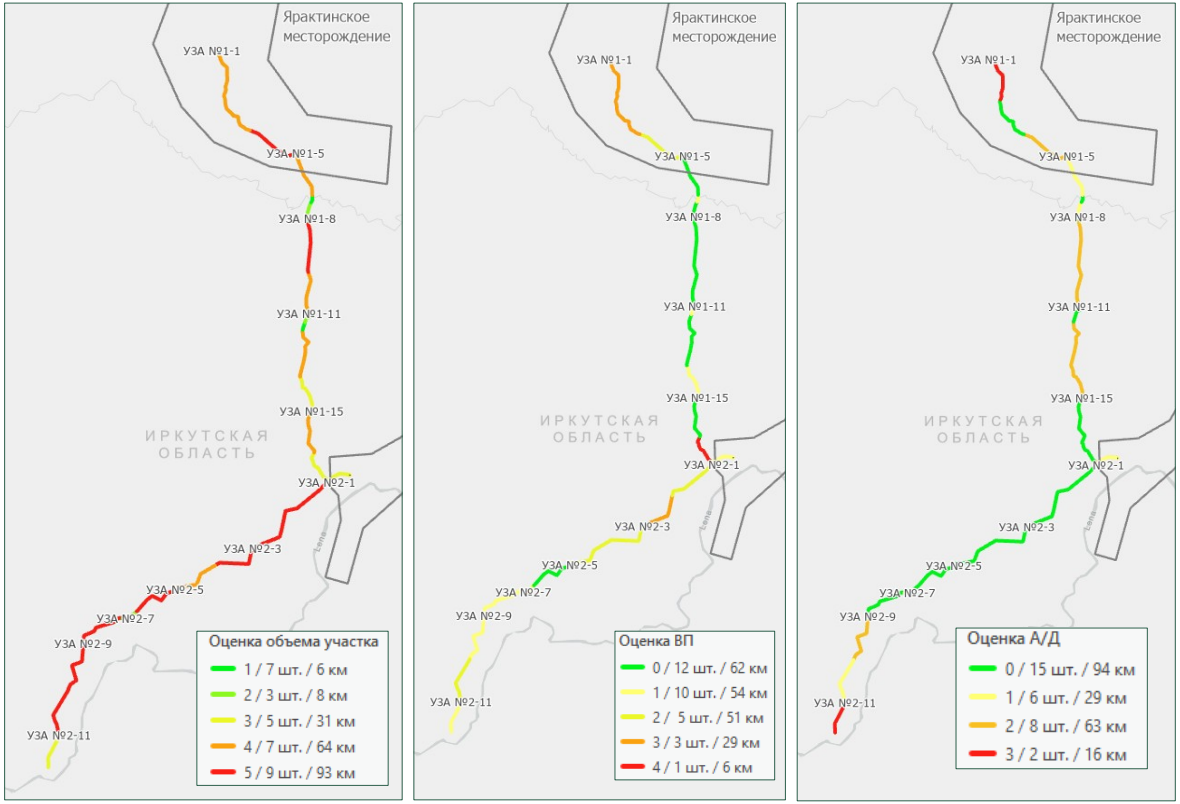
- Технологические риски
- Динамика роста дефектов
- **Условия рельефа**
- Скопление людей
- Потенциально опасные участки НДС



Визуализация исходных данных

Оценка критичности участков трубопровода по различным факторам:

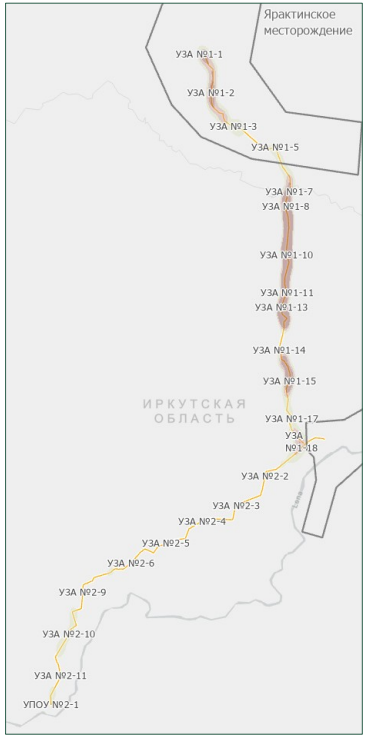
- Объем продукции
- Количество пересечений с ВП
- Количество пересечений с АД
- Количество дефектов
- Преобладающая толщина стенки



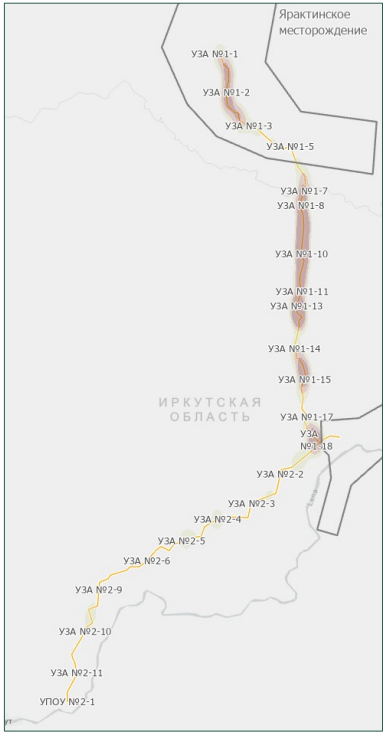
Визуализация исходных данных

Анализ пространственного расположения дефектов **внутренняя** потеря металла по результатам ВТД 2025 года

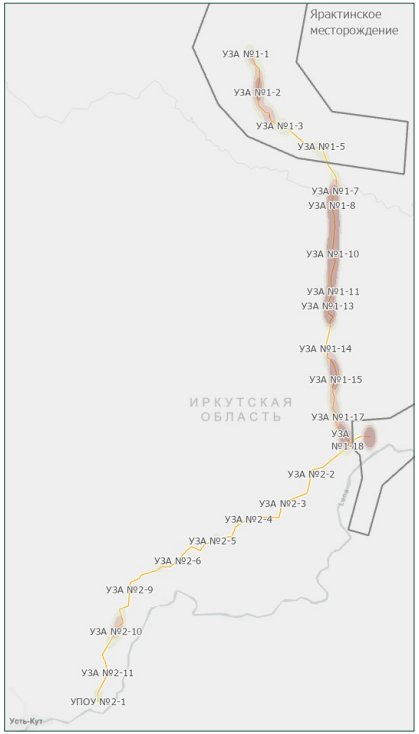
Сектор расположения	Количество	Процент от всех дефектов
Нижний	1747	21%
Боковые	2786	33%
Верхний	1252	15%



Боковые сектора



Верхний сектор



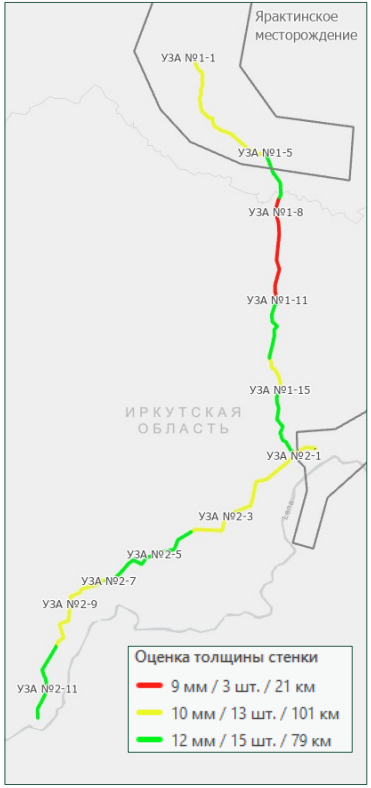
Нижний сектор

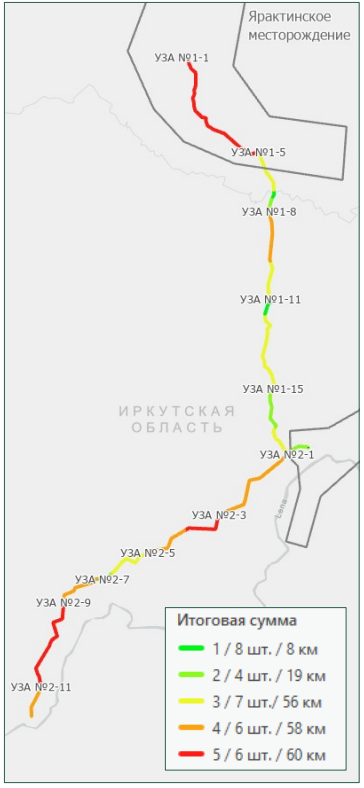
Многокритериальный анализ

Оценка критичности участков трубопровода по различным факторам:

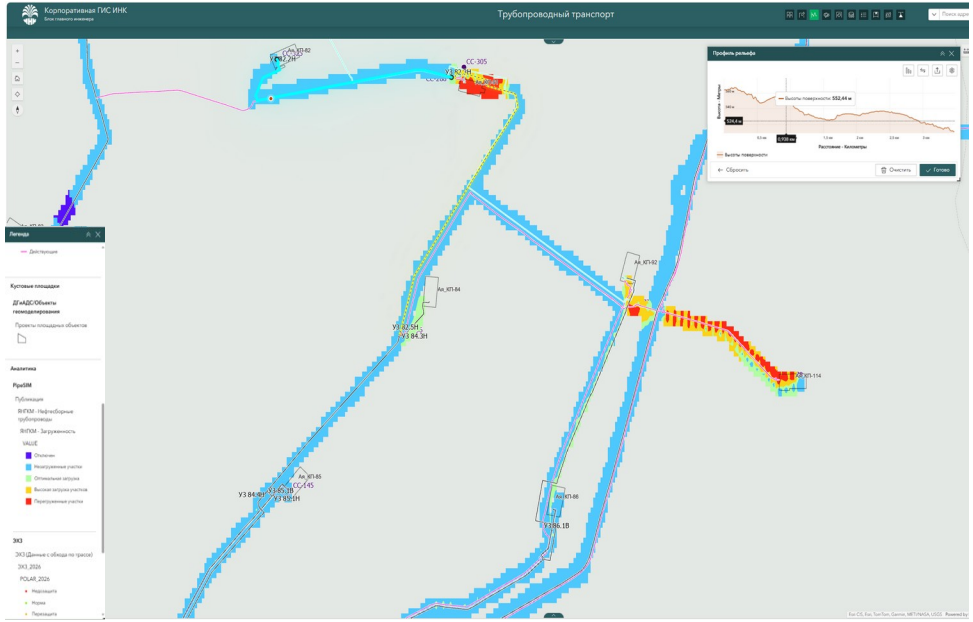
- Объем продукции
- Количество пересечений с ВП
- Количество пересечений с АД
- Количество дефектов
- Преобладающая толщина стенки







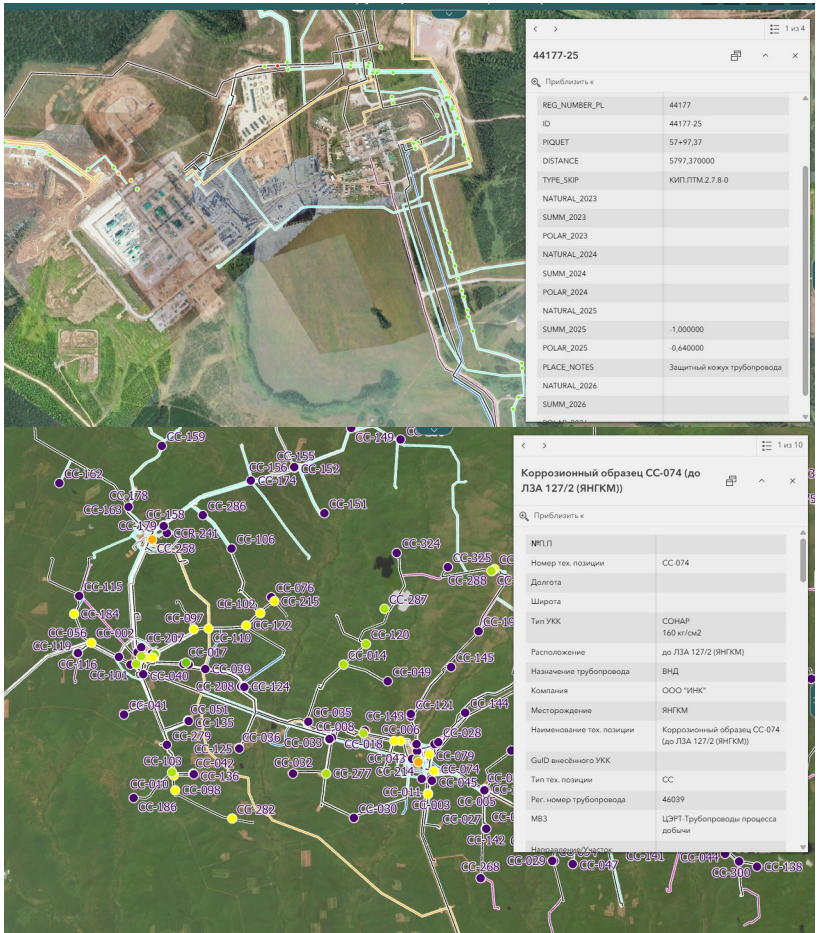
Визуализация исходных данных



Гидравлический режим работы трубопроводов

Методы геоинформационного анализа

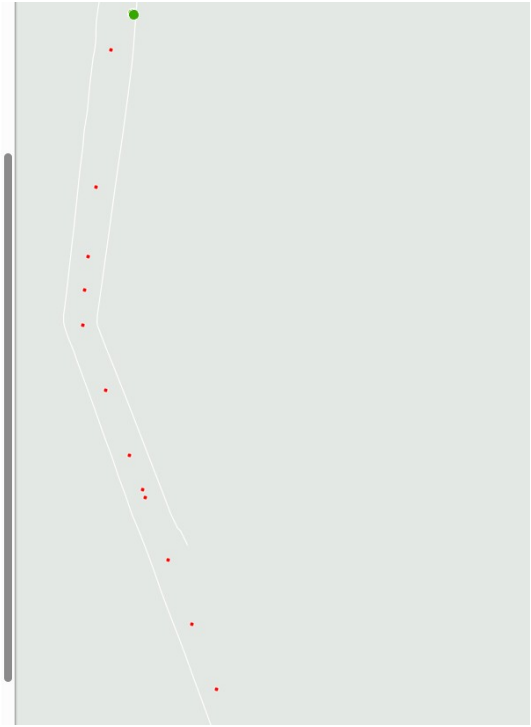
- **Пространственная интерполяция:**
  - Э□З: построение карт потенциалов (карты распределения защитного потенциала вдоль трассы)
  - УКК: карты скорости коррозии (*коррозия не может линейно возрастать между двумя точками, если посередине находится низкая точка рельефа), построение коррозионных контуров
- **Наложение слоев (overlay)**
  - выявление корреляции между высокими показаниями УКК и низкими формами рельефа
  - зоны блуждающих токов
  - источники агрессивных сред: Участки с высоким содержанием CO_2 или H_2S, где высок риск локальной углекислотной или сероводородной коррозии



Геоинформационный анализ коррозионных рисков по данным ФХС

— это метод пространственного моделирования внутренней коррозии, основанный на оценке агрессивности перекачиваемой среды.
Если данные ЭЗ описывают внешнюю защиту, а данные УКК фиксируют факт и скорость разрушения, то данные ФС (лабораторные анализы проб жидкости/газа) выявляют первопричину (агентов) коррозии. ГИС позволяет привязать эти химические "снимки" к конкретным километражным отметкам и спрогнозировать поведение агрессивной среды по всей длине трубопровода.

Тип точки отбора	скважина
Дата отбора источника	25.03.2026, 20:05
Дата загрузки	04.08.2026, 18:55
Дата отбора (местное время)	25.03.2026, 20:05
Масс. конц. ионов Ca2+	29258,400000
Массовая концентрация хлористых солей	
Масс. конц. ионов Cl-	150654,000000
Плотность при 20 °C	
Содержание сероводорода	84,700000
Масс. конц. HCO3- ионов	79,300000
Массовая доля механических примесей	
Массовая доля механических примесей	
Массовая доля серы	
Масс. конц. ионов Mg2+	2796,800000
Общая минерализация	242,520900
Na + K	59172,100000
Концентрация растворенного кислорода	
Плотность нефти при 20 °C	
Масс. конц. нефтепродуктов	
Массовая доля парафина	
pH	
Масс. конц. ионов SO42-	560,300000
Механические примеси (КВЧ)	
Индикатор контроля по СВБ и H2S	
Кинематическая вязкость при 20 °C	
Содержание бромид-ионов в воде	
Содержание хлорид-ионов в воде	
Плотность воды при 20 °C	
Объемная доля воды	



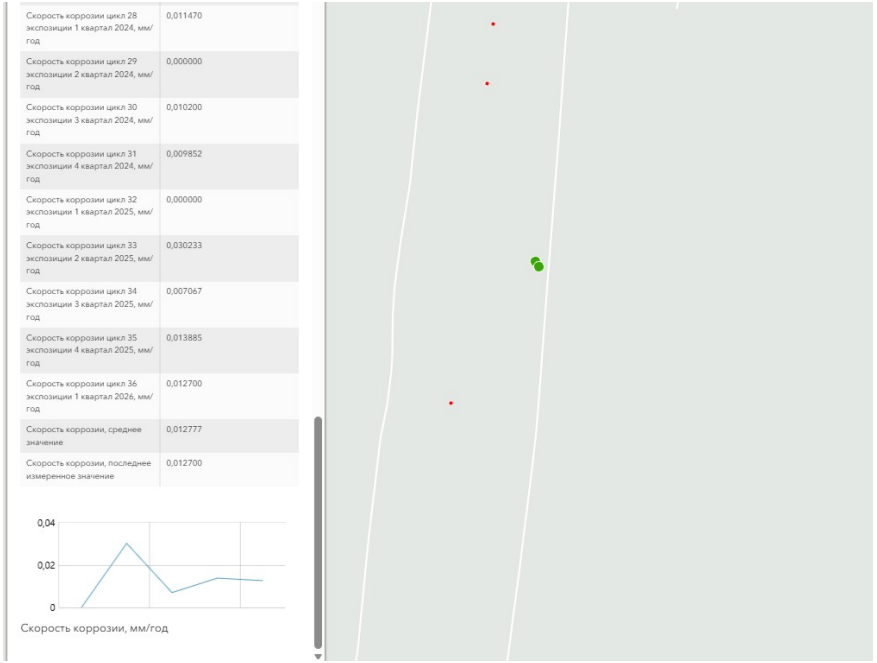
Геоинформационный анализ коррозионных рисков по данным Э□З

— это комплексный подход к управлению целостностью трубопроводов, при котором точечные измерения параметров защиты (потенциалов, токов, сопротивлений) трансформируются в непрерывные пространственные модели (карты) для прогнозирования и предотвращения коррозионных повреждений.



Геоинформационный анализ коррозионных рисков по данным УКК

— это метод пространственного моделирования и оценки интенсивности внутренней коррозии трубопроводов. Он основан на привязке дискретных измерений скорости коррозии к конкретным километражным отметкам трассы с последующей интерполяцией и наложением на другие физико-географические и технологические слои.



Результаты внедрения комплексного подхода к управлению коррозионными рисками

- Снижение ложных срабатываний: Исключаются ситуации, когда бригада выезжает на "ремонт изоляции" (по данным Э□З), хотя проблема была в закислении среды (□□С), что вызвало изменение переходного сопротивления.
- Оптимизация бюджета: □имические реагенты (дорогостоящие) вводятся только там, где □□С и УКК подтверждают реальную угрозу, а не "на всякий случай".
- Точечный ремонт: Внутритрубная диагностика (ВТД) планируется приоритетно на участках, где одновременно сошлись три фактора риска (плохая Э□З + агрессивная □□С + рост показателей УКК).
- Приоретизация трубопроводов с учётом риск-ориентированного подхода

ИРКУТСКАЯ
НЕФТЯНАЯ
КОМПАНИЯ

Спасибо за внимание!

