

Практика применения технологий искусственного интеллекта

Пружинин Александр Васильевич
Советник Генерального директора
ООО «ЛУКОЙЛ-Технологии»

Направления развития технологий искусственного интеллекта



Большие языковые модели



Предиктивная аналитика

ИИ-ассистент



Роботизация операций



Системы видео-аналитики

Подходы к внедрению технологий искусственного интеллекта

2024 г. Сбор и анализ
инициатив

> 59 инициатив

2025 г. Внедрение пилотных
проектов

> оценка эффектов

2026 г. Реализация ИИ-агентов
на единой платформе

> достижение эффектов

2027 г. Эффективное
использование данных и информации

> поддержка системы
управления

Анализ инициатив обществ по направлениям

1

Языковые модели LLM

Эффективное использование информации
Уникальные возможности по работе с базой знаний Компании

48%

2

Выявление закономерностей и прогнозирование поведения

Оптимизация затрат, большинство инициатив решается путем автоматизации без использования AI

20%

3

Компьютерное зрение

Усиление контроля и снижение рисков

14%

4

Robotic Process Automation и другое

Сбор и анализ информации, выполнение рутинных операций, не относится к искусственному интеллекту

18 %

Лучшая идея по искусственному интеллекту

• ООО "ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка"

- Анализ журналов, отчетов, дефектных ведомостей и параметров работы технологического оборудования для выдачи рекомендаций и ответов о текущем состоянии техпроцессов
- Выявление неявных/новых связей между реальными объектами производства, событиями
- Формирование оперативной осведомленности о протекании производственных процессов
- Выявление и сохранение неформальных практических знаний операторов и технологов, которые дополняют официальную документацию установок и систем

• ООО "ЛУКОЙЛ Узбекистан Оперейтинг Компани"

- Виртуальная расходомерия, интеллектуальный мониторинг работы фонда скважин

• ООО "ЛИКАРД"

- Развитие средств автоматизированного поиска потенциальных злоупотреблений при обороте нефтепродуктов



Принцип работы системы видеоаналитики

Видеоаналитика представляет собой программное обеспечение для работы с видеоконтентом в основе работы которого лежит комплекс алгоритмов машинного зрения, позволяющих производить интеллектуальный анализ данных без прямого участия человека.



Видеопоток с камер наблюдения анализируется в реальном времени, определяет заданные сценарии и выводит оповещение и статистику на контрольный пульт пользователя.

Основные функциональные блоки реализованного решения



Онлайн мониторинг зон наблюдения



Интеграция с системой технологического видеонаблюдения предприятия



Реализация автоматических алгоритмов интеллектуального анализа видеоданных для идентификации событий



Распознавание внештатных ситуаций на производстве (огонь, лежащий человек)



Обнаружение несанкционированного нахождения персонала и посторонних предметов в зоне наблюдения



Распознавание нарушений правил дорожного движения на территории предприятия



Мгновенные уведомления оператору о нарушениях



Распознавание нарушений правил использования СИЗ работниками



Принятие решения по выявленному нарушению и принятие мер

Организационный объем внедрения видеоаналитики



6 заводов НП и НХ



140+ камер видеонаблюдения
(идёт дооснащение)



Более **20 объектов**
(установки, эстакады, цеха)

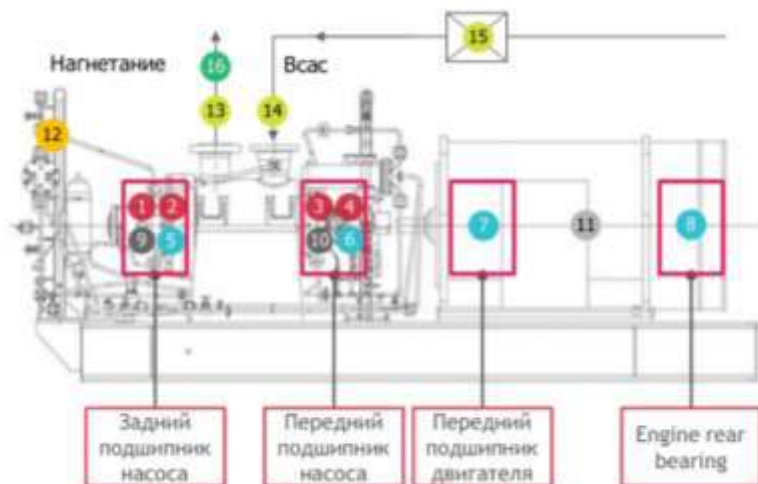


20 детекторов событий

Предиктивная аналитика сегодня

Пример 1: Индекс аномалии насоса 10-P-2202 состоит из индексов аномалии по 4 отдельным узлам

Схема обвязки насоса

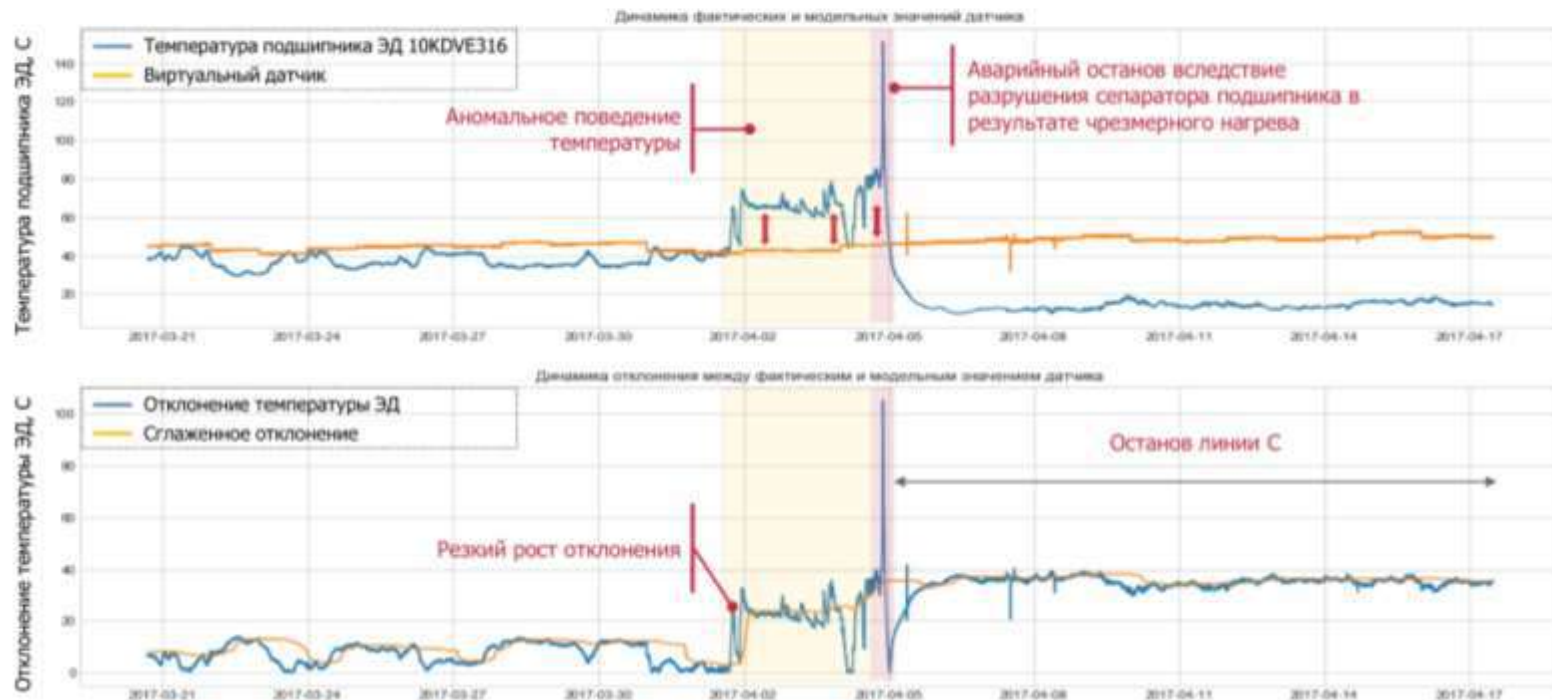


Группа датчиков механического состояния

- 1 2 Вибрация заднего подшипника
 - 3 4 Вибрация переднего подшипника
 - 5 Температура заднего подшипника
 - 6 Температура переднего подшипника
 - 7 8 Температура подшипников ЭД
 - 9 10 Датчики ударных импульсов
 - 11 Температура обмотки статора ЭД
 - 12 Давление барьерной жидкости
- Группа датчиков технологического процесса
- 13 Давление на нагнетании
 - 14 Давление на всасе
 - 15 Перепад давления на фильтре
 - 16 Расход

Предиктивная аналитика сегодня

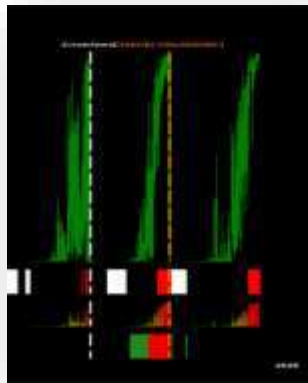
Виртуальный датчик позволяет зафиксировать anomalous поведение температуры подшипника ЭД за несколько дней до аварийной остановки



Предиктивная аналитика сегодня

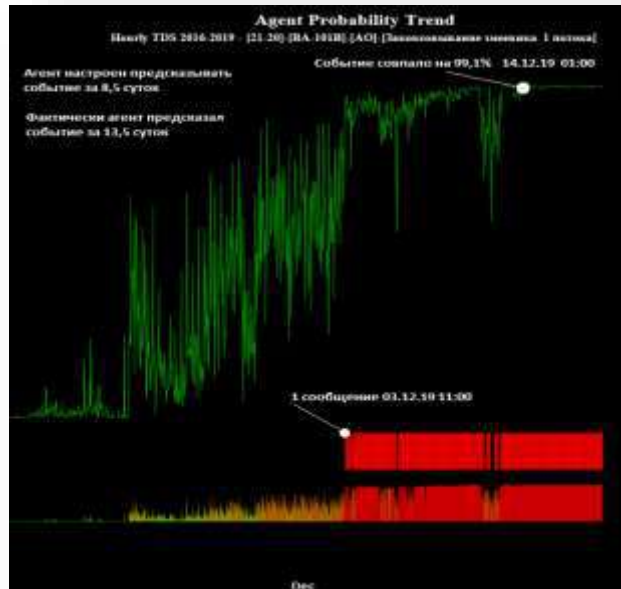
Прогноз закоксовывания печей

С помощью инструментов «AI» удалось обнаружить сигнатуру закоксовывания змеевика печи с более чем с десятидневным упреждением



Обучение «Модели» на исторических данных

- Система предиктивной аналитики развёрнута на **4-х** заводах
- Мониторинг ведётся за **1 049** агрегатами
- Система анализирует данные с **15 847** сенсоров
- Единовременно в работе **3 763** моделей машинного обучения
- С 2020 года предпринято **1 667** предиктивных мер

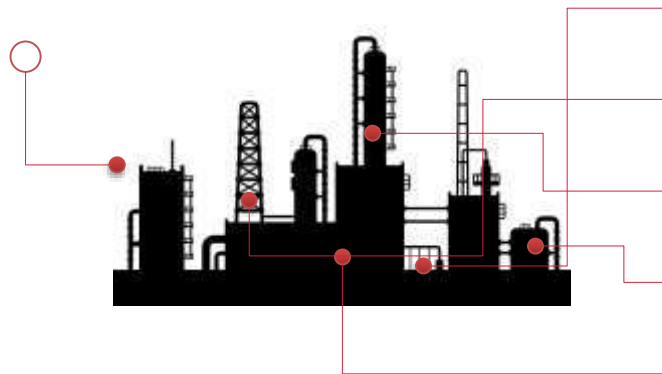


Сообщение «Системы»

Дополнительный потенциал систем предиктивной аналитики

Базовая
функциональность
информационной системы

Предиктивная
аналитика
динамического
оборудования



Горизонт возможностей

- Прогноз эффективности теплообменников
- Прогноз закоксовывания печей
- Мониторинг коррозии
- Построение виртуальных анализаторов качества
- Контроль режимов технологических процессов

Использование инструментов ИИ в энергетике



1. Большой объем потребления топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) - электроэнергии, пара, теплоносителя
2. Наличие нескольких источников ТЭР
3. Неравномерный график потребления ТЭР
4. Наличие значимых переключений оборудования

Профиль потребления электроэнергии НПЗ



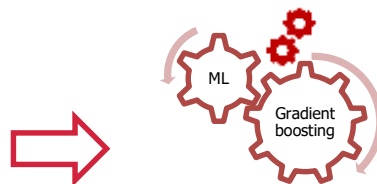
Стоимость электроэнергии различается по часам

Решение для прогнозирования потребления ТЭР

Статистические модели ARIMA, ARIMAX

Экспертная оценка

Технологические события



Машинное обучение
Градиентный бустинг

Точный прогноз
потребления ТЭР

В 2023 году на одном из заводов ЛУКОЙЛ был реализован пилотный проект КИС «Эффективное управление потреблением топливно-энергетических ресурсов» с применением платформы отечественной разработки. В этом году завершается реализация проекта на втором заводе.

Цель проекта - автоматизация процесса оперативного планирования потребления топливно-энергетических ресурсов с применением статистических моделей и технологий машинного обучения.



Результат: Средняя ошибка почасового прогноза потребления электроэнергии <2%

Прогнозирование выработки солнечной генерации



Цели проекта

Проект направлен на создание автоматизированной информационно-аналитической системы прогнозирования почасовой выработки электроэнергии солнечными электростанциями (СЭС).

Применение AI позволяет повысить точность прогнозирования, минимизировать ошибки, снизить риски и повысить эффективность управления генерацией.



Объекты прогнозирования



Волгоградская СЭС



Нефтезаводская СЭС



Задачи внедрения Системы

- Снижение потерь выручки на БР за счет использования современных методов машинного обучения (AI) для расчета прогнозов.
- Снижение операционных трудозатрат за счет автоматизации выполнения прогнозов выработки СЭС и интеграции с КИС ИРПК Энерготрейдинг

Методология прогнозирования выработки СЭС

Система прогнозирования основана на применении градиентного бустинга на деревьях решений



Использование метеорологических данных и исторической выработки для прогнозов.

Применение гиперпараметрической оптимизации для улучшения качества модели.

Использование кроссвалидации для оценки точности модели.



Метеорологические данные
температура, облачность, влажность, солнечная радиация, направление и скорость ветра.

Историческая выработка

Временные параметры
время суток, сезонность

Данные о плановых ремонтах

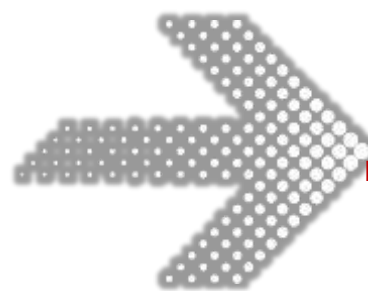


Основные причины изменения точности

В летний период солнце светит дольше, данные более стабильны.

В зимний период уровень радиации меньше, но на стабильно низком уровне.

Осень и весна характеризуются резкими изменениями погоды, что усложняет предсказание.

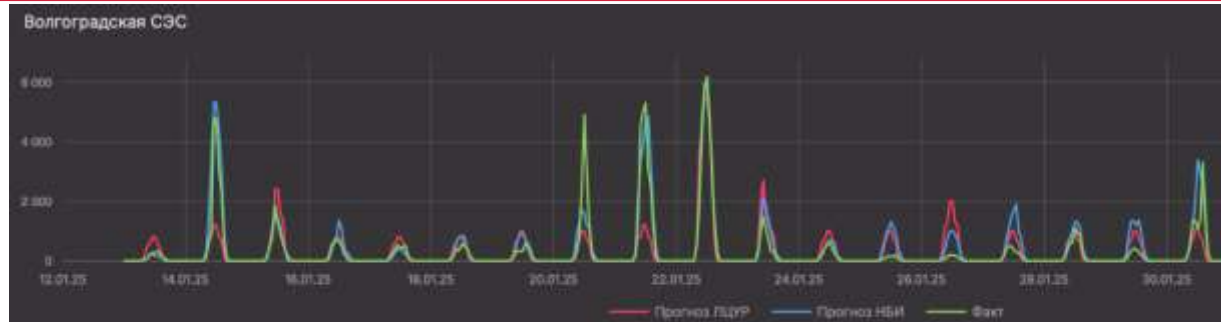


Модель постоянно обучается в процессе эксплуатации

Средняя абсолютная погрешность прогноза выработки Э/Э с июня по январь:

Зима и Лето — 4,86%
Межсезонье — 6,15%

Фактическая и прогнозируемая выработка СЭС



ЛЦУР_Среднее_Отк

7.41%

НБИ_Среднее_Отк

4.94%



ЛЦУР_Среднее_Отк

7.78%

НБИ_Среднее_Отк

5.45%

Использование AI позволило улучшить точность прогнозирования **по сравнению с традиционными методами.**

Машинное обучение (AI) успешно **адаптируется** к изменяющимся условиям.

Высокая точность достигнута благодаря использованию **большого числа входных признаков.**

Модель автоматически **корректирует прогнозы при выявлении аномалий.**

Результаты проекта



AI-модель прогнозирования солнечной генерации продемонстрировала высокую точность в сравнении с мировыми лидерами отрасли.

Зима и Лето — 4,86%

Межсезонье — 6,15%

NREL (Национальная лаборатория возобновляемой энергии, США):

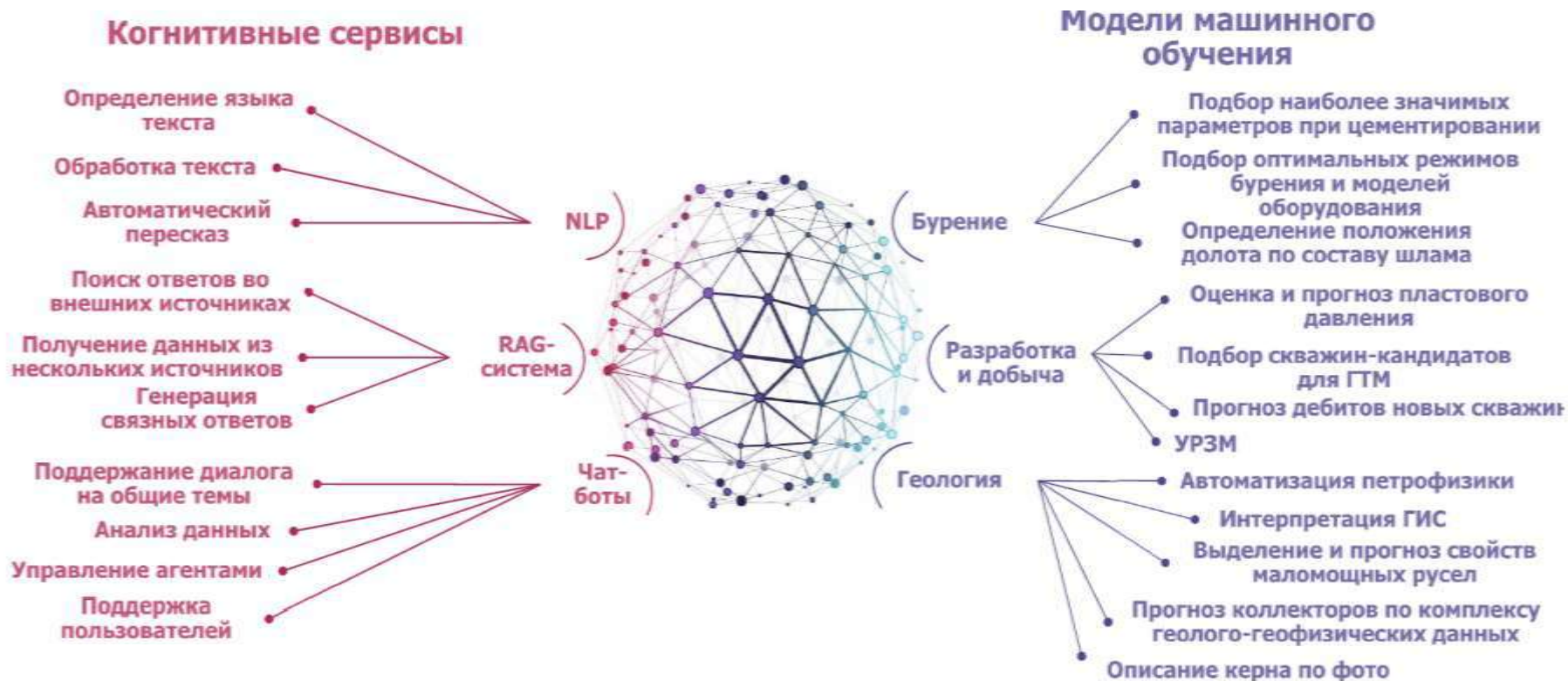
NREL проводит исследования и разрабатывает модели прогнозирования солнечной генерации. В одном из исследований NREL сообщается, что средняя абсолютная ошибка (MAE) для краткосрочных прогнозов (до 6 часов) составляет около 5–10%.

SolarAnywhere (США):

SolarAnywhere предлагает коммерческие прогнозы солнечной генерации. По данным компании, их прогнозы достигают MAPE около 5–10% для краткосрочных прогнозов (0–6 часов).

Точность может варьироваться в зависимости от региона и условий.

Использование инструментов ИИ в Геологоразведке и добыче нефти



Подбор оптимальных ограничений в гидродинамической модели

Задача

Подбор оптимальных ограничений по скважинам дебита нефти и жидкости при которых:

- «полка добычи» держится не менее 6 мес.;
- темп падения не более 10% по месторождению



Описание

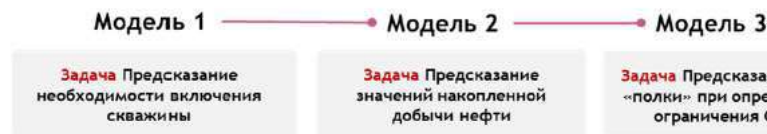


Разработаны и протестированы алгоритмы машинного обучения для подбора поскважинных ограничений дебита нефти и жидкости

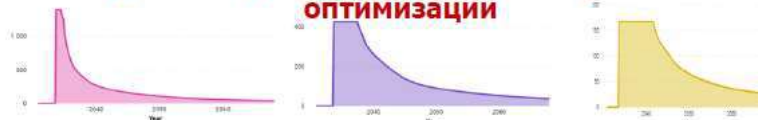
AS IS



Прототип



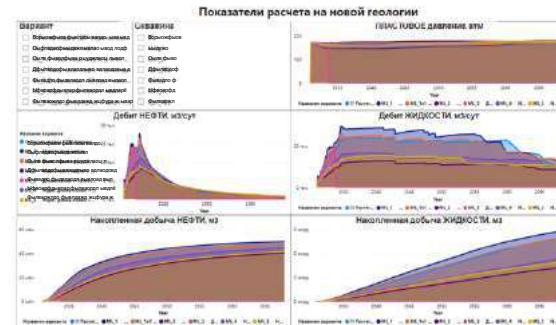
Дебит нефти при различных вариантах оптимизации



iNavigator®

Эффект

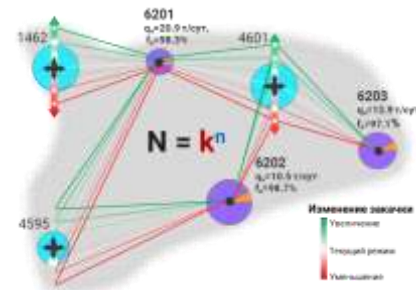
Потенциальная накопленная добыча нефти в результате подбора ограничений с применением алгоритмов машинного обучения в среднем выросла на 11%



Управление разработкой зрелых месторождений



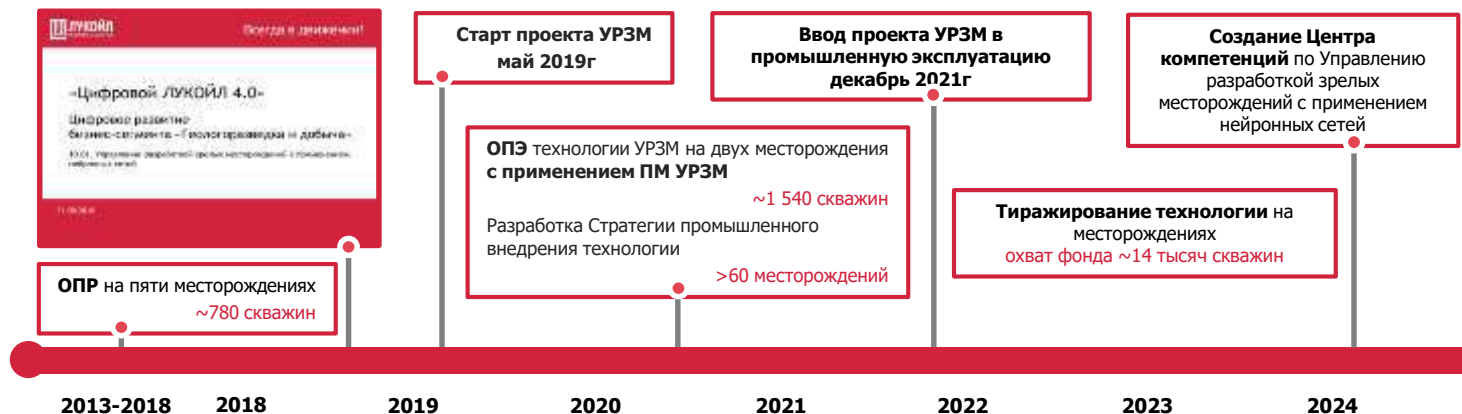
Нейросетевые технологии – единственный инструмент, предлагающий математически обоснованные решения для оперативного управления обводненностью добываемой продукции и максимизации добычи нефти при одновременном сокращении непроизводительной закачки воды и непроизводительных отборов жидкости.



k Кол-во режимов в закачки

n Кол-во нагнетательных скважин

N Кол-во вариантов распределения закачки



Результаты и перспективы проекта УРЗМ

Ожидаемый результат

- сокращение объема непроизводительной закачки до 10 %
- сокращение добычи жидкости до 5 %
- ~**25** тыс. скважин потенциал для тиражирования

Развитие и тиражирование технологии позволит значительно сократить операционные затраты при управлении разработкой зрелых месторождений



Переход от ручного труда к автоматизации

- рост оптимизированности фонда;
- увеличение срока работы скважин в оптимальном режиме эксплуатации;
- сокращение периода реагирования.



Единый Центр Мониторинга

ЕЦП



Отработанные технологии

Классические алгоритмы
машинного обучения (ML)

- Классификация
- Прогнозирование
- Компьютерное зрение
- Корреляционный анализ



Экспертная Платформа
«Лукерья»



Новаторские технологии

Новые технологии, ранее не имевшие
устойчивого применения в Компании

- Большие языковые модели **LLM** •
- Семантический поиск **RAG** •
- Распознавание и синтез речи **NLU** •
- Выделение сущностей и **NER** •
классификация

Типовые работы в области генеративного и агентного ИИ

ЛукерьяAI

Как дела с производством?

Построй прогноз

Сформируй график

Проанализируй на что повлияли события?



Развёрнуто в закрытом контуре ЛУКОЙЛ

Понимание структуры внутренних данных

Понимание внутренней терминологии

Сохранение контекста диалога

Логические выводы

Формирование таблиц и графиков

Развитие ИИ



Управление активами



Защита активов



Интеллектуальные ассистенты



- Построение общей дорожной карты и стратегии развития ИИ в Компании
- Формирование общей ИТ инфраструктуры для быстрой разработки и развёртывания ИИ решений
- Развитие культуры использования ИИ
- Совершенствование прикладных и специализированных систем с использованием ИИ
- Формирование общей модели управления, подходов к финансированию и оценке эффектов от ИИ



Всегда в движении!

