ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В УПРАВЛЕНИИ ДОБЫЧЕЙ

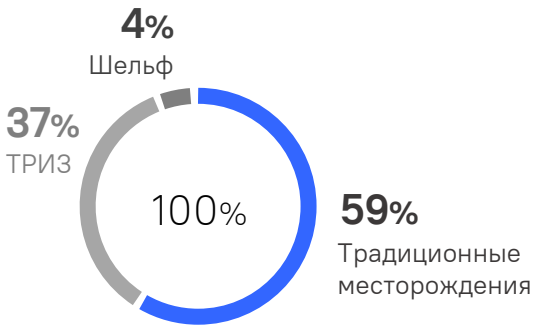
Завьялов А.С.

Научная конференция
«Искусственный интеллект
в нефтегазовой отрасли»

ООО
«Тюменский институт
нефти и газа»

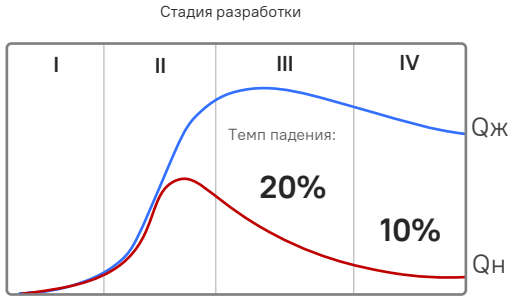
ПОТЕНЦИАЛ ЦИФРОВИЗАЦИИ НЕФТЕДОБЫЧИ

Структура запасов нефти*



Структура добычи нефти*

Область интересов — «Зрелые» месторождения



Темпы падения добычи нефти по базовому фонду — **от 10 до 20%**

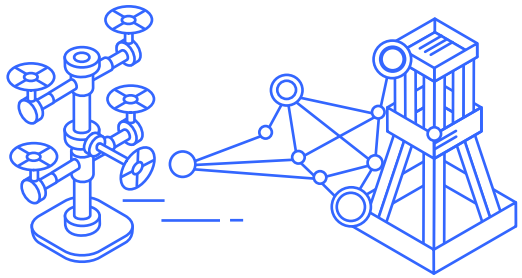
Снижение эффективности ГТМ на базовом фонде (поддержание базовой добычи)

Высокие **риски капиталоемких ГТМ** (УБ, БС, ГРП)

Рост эксплуатационных затрат

Рост себестоимости добычи нефти

Решения



Интеллектуальные системы поддержки принятия решений

Системы управления добычей и закачкой

Восполнение ресурсной базы разбуренных и обустроенных месторождений

* — Данные VYGON Consulting: «Нефтесервисный рынок: фокус на диверсификацию»

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ

Старт ОПР

АО НК «КазМунайГаз»
ОПР
Крамандыбас
Казахстан

АО «НК «Нефтиса»
Старт проекта
Западно-Малобалыкское БС8
Западная Сибирь

ПАО «Лукойл»
Старт проекта УРЗМ

АО «НК «Нефтиса»
Расширение рамок тиражирования
Западно-Малобалыкское АС4
Западная Сибирь

АО «НК «Нефтиса»
ОПР
Арланское
Удмуртская республика

АО «НК «Нефтиса»
Расширение рамок тиражирования
Унтыгейское
Западная Сибирь

АО «НК «Нефтиса»
Роботизация
Западно-Малобалыкское БС8
Западная Сибирь

АО «НК «Нефтиса»
Расширение рамок тиражирования
Арланское
Удмуртская Республика

Накопленный фонд скважин, вовлеченный в тиражирование технологии при инжиниринговом сопровождении ТИНГ

Новосибирская область	Мангистауская область, KZ	ХМАО	Республика Коми	Удмуртская Республика	Республика Башкортостан	НАО	Пермский край	ЯНАО
1	4	5	10	11	12	14	18	18	45	62	66

Накопленные объекты разработки

МОДЕЛЬ ИИ В УПРАВЛЕНИИ ДОБЫЧЕЙ НЕФТИ

Входные данные

Суточные замеры на скважинах: дебит жидкости, приемистость, обводненность, забойное давление

Обработка сигналов, верификация замеров

Добывающие скважины:
- Дебит жидкости
- Обводненность
- Забойное давление

Нагнетательные скважины:
- Приемистость воды

Метод трендов, метод Савицкого-Голея, вейвлет-сглаживание

Кластеризация элементов заводнения

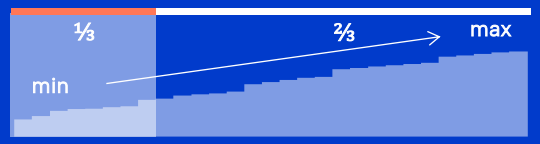
Учет геометрии сетки скважин

Интервалы перфорации
Трассерные исследования
Координаты
Зоны замещения и разломы

Определение трендов в динамике пар скважин

- Динамика дебита жидкости
- Динамика приемистости

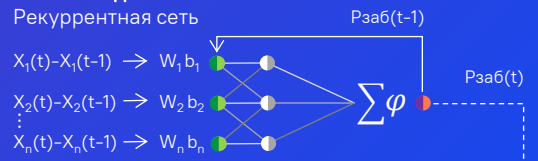
Расчет индекса реагирования и формирование элементов заводнения



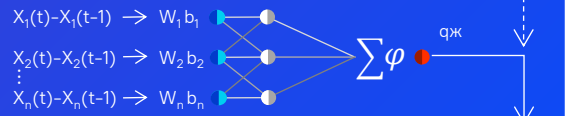
Взаимовлияние скважин в элементах заводнения, **кластеризация**

Обучение нейронной сети

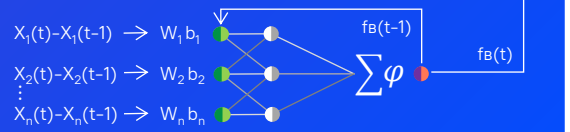
Забойное давление
Рекуррентная сеть



Дебит жидкости
Перцептрон с одним скрытым слоем
Функция активации — сигмоида



Доля нефти
Рекуррентная сеть. Функция активации — th(x)



Многомерные **функциональные зависимости** показателей эксплуатации добывающих и нагнетательных скважин

Решение оптимизационной задачи

Многомерная оптимизация — **максимизация суммарного дебита нефти** в заданной модели ограничений

Выходные данные

Оптимальные режимы эксплуатации нагнетательных и добывающих скважин, обеспечивающие максимум суммарного дебита нефти

Реализация режимов

ЭФФЕКТ

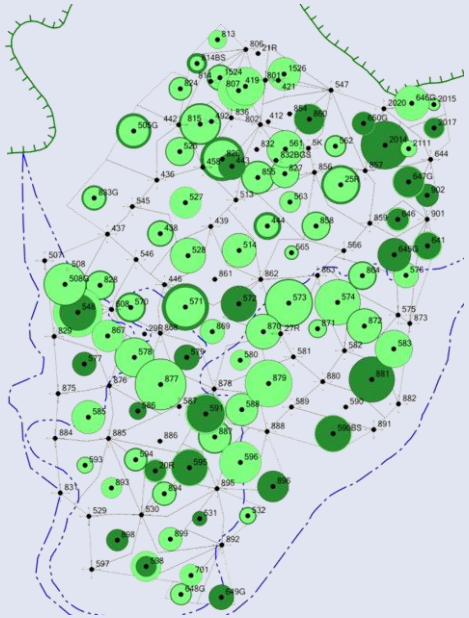
Снижение:

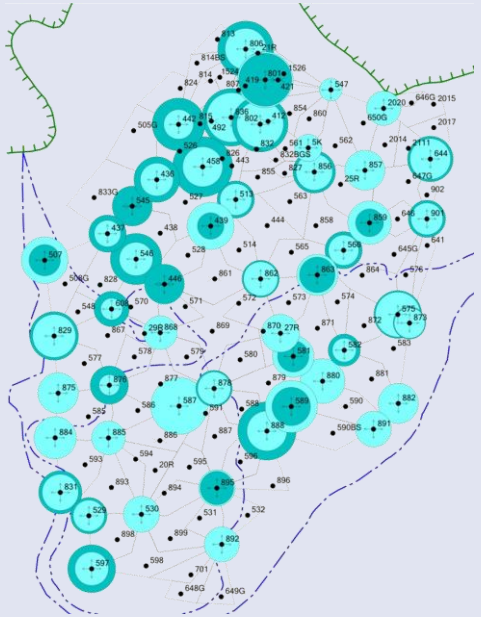
- Темпов падения добычи нефти и роста обводнения
- Непроизводительной закачки и попутно-добываемой воды
- Себестоимости добычи

Увеличение:

- Добычи нефти (формирование дополнительной добычи)
- ЧДД
- Коэффициента извлечения

РЕШЕНИЕ ОПТИМИЗАЦИОННОЙ ЗАДАЧИ





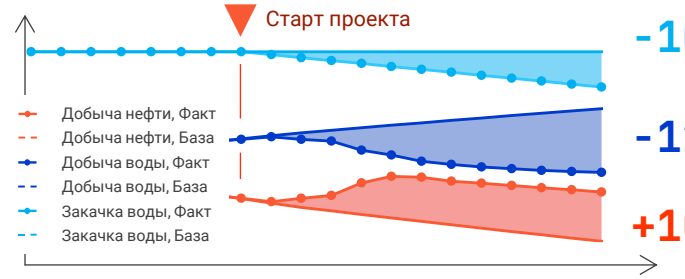
- Увеличение приемистости
- Снижение приемистости
- В режиме
- Запуск скважины

- Увеличение отборов
- Снижение отборов
- В режиме

Оптимальный «дизайн» отборов и закачки в заданной модели ограничений. **Максимизация добычи за счет регулирования и перераспределения закачки**

Результат

Добыча

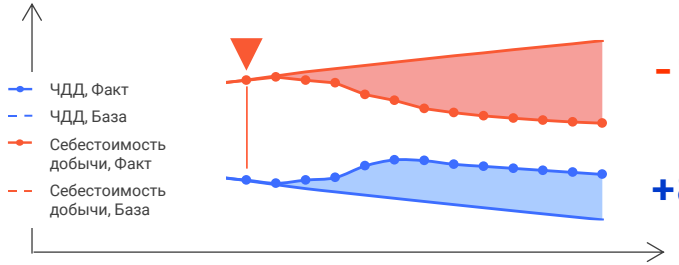


-10% Снижение непроизводительной закачки

-12% Снижение объема попутно добываемой воды

+10% Увеличение суточной добычи нефти

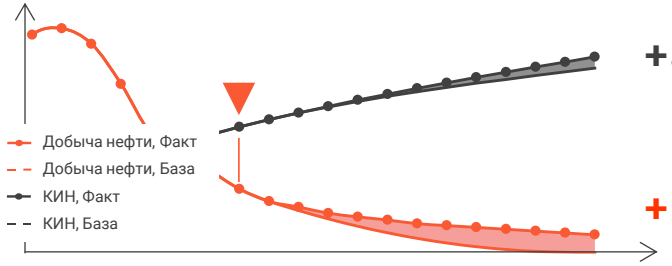
Экономика



-12% Снижение себестоимости добычи нефти

+8% Увеличение чистого дисконтированного дохода

Запасы



+5% Прирост КИН

+10% Увеличение остаточных извлекаемых запасов нефти

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАТФОРМА АТЛАС

Алгоритмы

Машинное обучение

- K-Nearest Neighbors
- Naive Bayes classifier
- Random forest
- Gradient boosting
- Logistic regression
- Ансамблирование решений

Нейронные сети

- Multilayer perceptron
- Recurrent neural network

Решение оптимизационных задач

Градиентный спуск
Инерционный градиентный спуск
Имитация отжига

Защищенные авторским правом модели и методики обучения

В составе патентов «Способ оперативного управления заводнением»

Рекомендованы к применению по решению ЭТС ГКЗ

КОНЦЕПЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫСЛОМ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Месторождение

АГЗУ

Расходомер

Манометр

Контроль

Управление

Регулятор расхода

Частотный преобразователь

Передача данных

Передача команд

Центр управления добычей

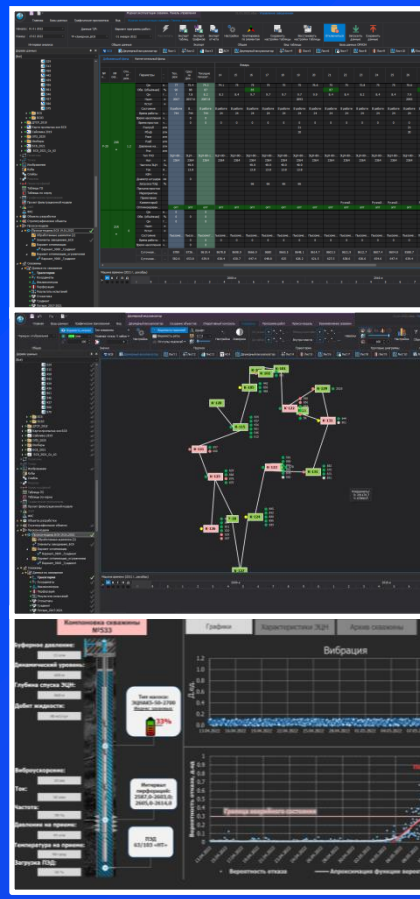
Расчетное ядро ИНС для задач оптимизации режимов эксплуатации скважин

Расчетное ядро ИНС для задач предиктивной аналитики отказов ЭЦН

Расчетное ядро ИНС для задач выявления осложнений в работе ШГН

Автоматизированная Система Управления

Пользователи



ДОСТИГНУТЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Дополнительная добыча нефти

от +6% до +30%

+1.6 млн. т.

Прирост коэффициента извлечения нефти

+5% от +1% до +13%

Сокращение попутно добываемой воды

-12% от -2% до -27%

Сокращение себестоимости добычи нефти

-12% от -2% до -35%

14 500+
скважин

66
объектов разработки

28
месторождений

Прирост ЧДД

2 млн. ₽ на скважину

ВАРИАНТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ

Стадия 1

ОПИ и адаптация технологических процессов

Оценка потенциала на участке ОПИ

Инжиниринг на участке ОПИ

Стадия 2

Стратегия масштабирования

Интеграция

Разработка СМ. Интеграция

Стадия 3

Подготовка к реализации

Оценка потенциала

Стадия 4

Реализация

Вариант 1

Технологическое сопровождение

ТИНГ	Контроль качества выполняемых процедур, авторский надзор; Поставка специализированного ПО «АТЛАС—Управление Заводнением»
Заказчик	Расчеты, реализация, контроль

Вариант 2

Инжиниринг

ТИНГ	Расчеты, контроль, оснащение рабочих мест специализированным ПО «АТЛАС—Управление Заводнением»
Заказчик	Реализация

Вариант 3

Развертывание ПО

ТИНГ	Поставка специализированного ПО «АТЛАС—Управление Заводнением»
Заказчик	Расчеты, реализация, контроль

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

Научная конференция
«Искусственный интеллект
в нефтегазовой отрасли»

ООО
«Тюменский институт
нефти и газа»

Тюмень, Герцена, 64
+7 (3452) 68-51-25
ting@togi.ru

togi.ru