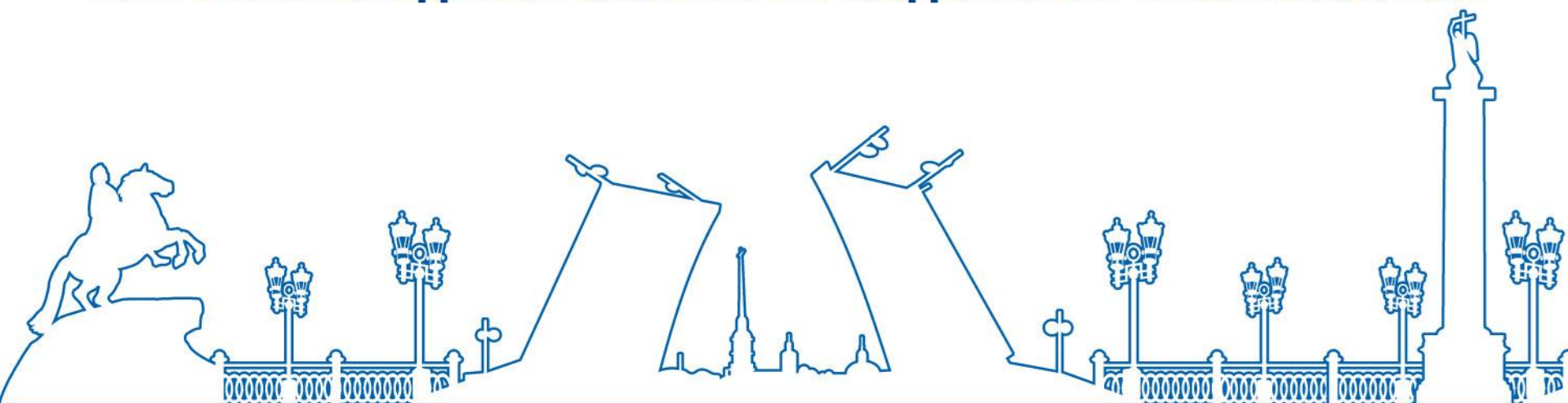
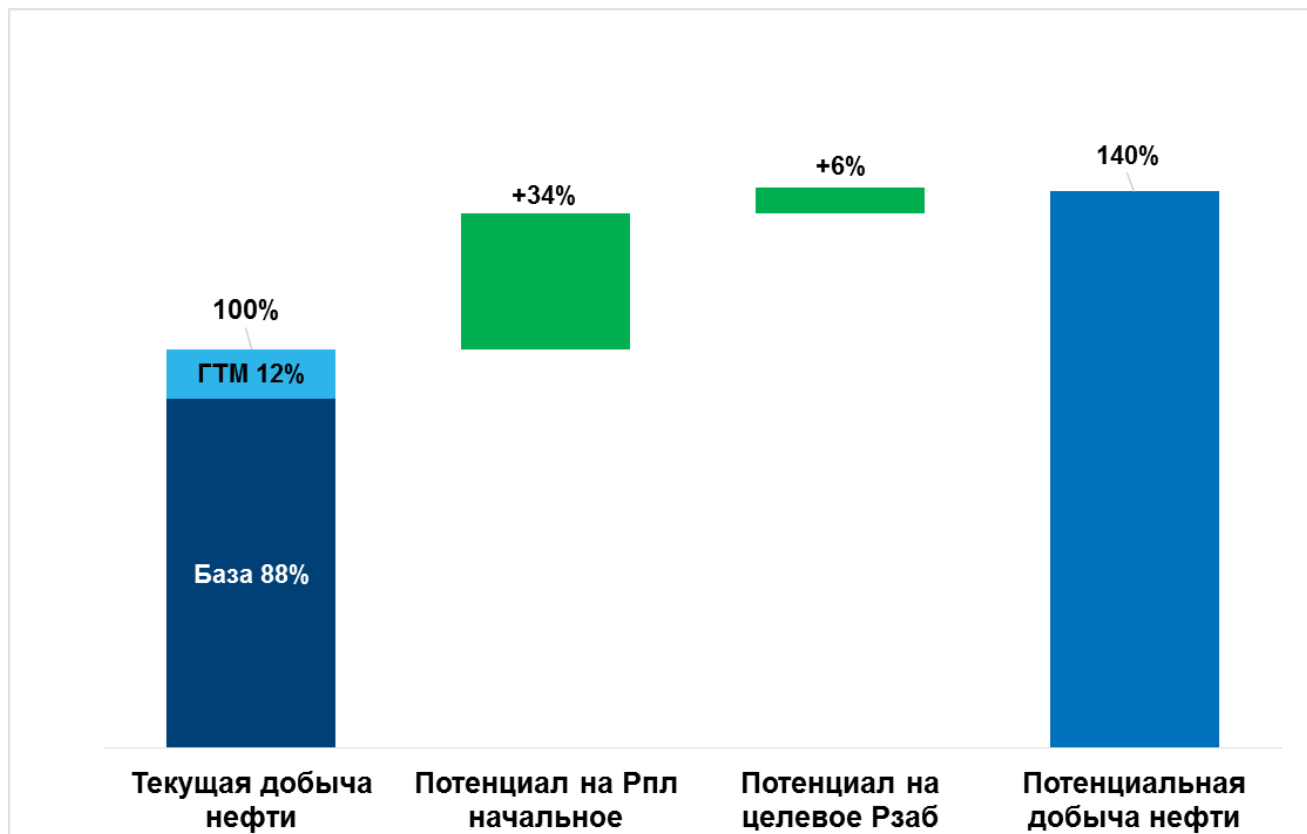


ИНТЕГРИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ РАЗРАБОТКОЙ НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ: **ЛУЧШИЕ ПРАКТИКИ**

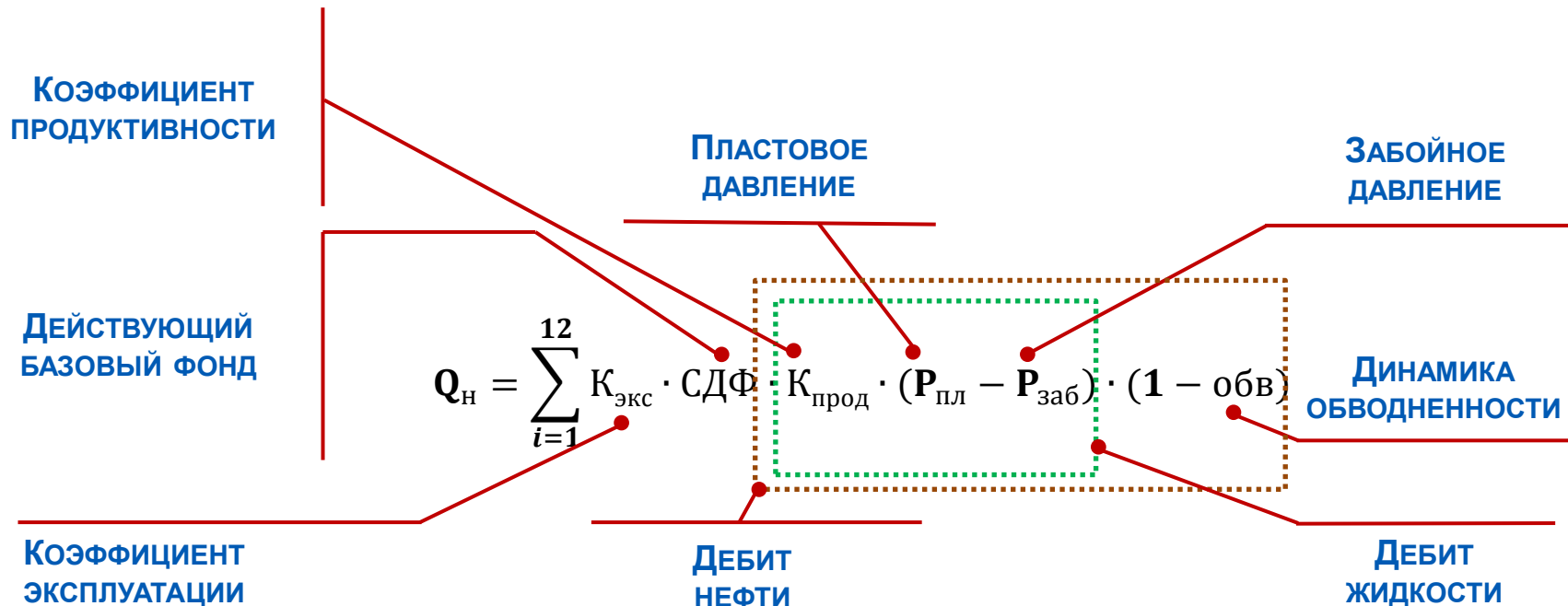


Структура добычи Компании требует отдельного внимания к базовой добыче



Потенциал по управлению разработкой значителен и требует интегрированного подхода

6-компонентный объект управления



- При планировании, мониторинге и управлении каждой из 6 компонент требуется интегрированный подход
- По каждой компоненте может быть реализовано планирование от потенциала

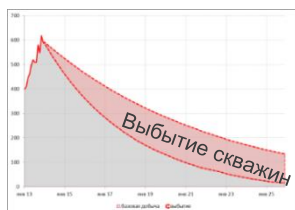
Целевая модель управления добычей



Цели:

- повышение эффективности работы фонда скважин, подземного оборудования и наземной инфраструктуры
- снижение удельных затрат
- сквозной рейтинг мероприятий по достижению потенциала

Самосогласованный расчет показателей

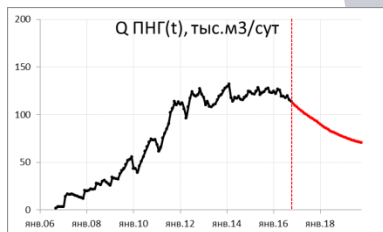


Движение фонда

Выбытие добывающих по нерентабельности/обводнению
Переводы в ППД (адресные, либо заданное количество)

$$Q_{\text{неф}} = \text{СДФ}_{\text{неф}} q_{\text{неф}}$$

$$Q_{\text{зак}} = \text{СДФ}_{\text{наг}} q_{\text{зак}}$$



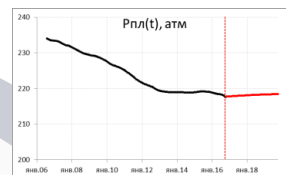
Расчет добычи ПНГ

Через RVT модель при расчетном пластовом давлении

$$q_{\text{ПНГ}} = q_{\text{неф}} R_s(P_{\text{пл}}; \text{ОИЗ})$$

Прогноз пластового давления

Решение уравнения материального баланса
Самосогласованные показатели добычи/закачки и пластового давления



$$P_{\text{пл}} = \frac{-Q_{\text{ж.пл. усл.}} + W_{\text{зак}} + W_{\text{акв}}}{C_{\text{эфф}} K_{\text{прод}}}$$

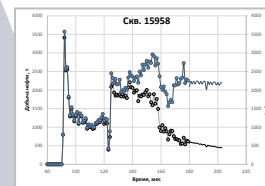
$$q_{\text{зак}} = K_{\text{прием}} (P_{\text{заб}} - P_{\text{пл}})$$

||

$$(P_{\text{пл}} - P_{\text{заб}}) K_{\text{прод}} (1 - WC) = q_{\text{неф}}^*$$

$$q_{\text{газ}}$$

$$Rs$$



Прогноз добычи жидкости и закачки

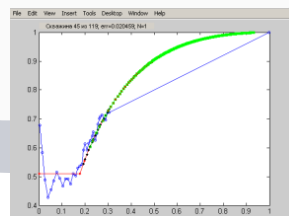
Расчет дебитов жидкости/закачки по коэффициентам продуктивности
Забойное давление принимается постоянным

$$q_{\text{ж.дк}} = K_{\text{прод}} (P_{\text{пл}} - P_{\text{заб}})$$

$$q_{\text{зак}} = K_{\text{прием}} (P_{\text{заб}} - P_{\text{пл}})$$

$Q_{\text{неф геол}}$

$Q_{\text{зак неизв}}$



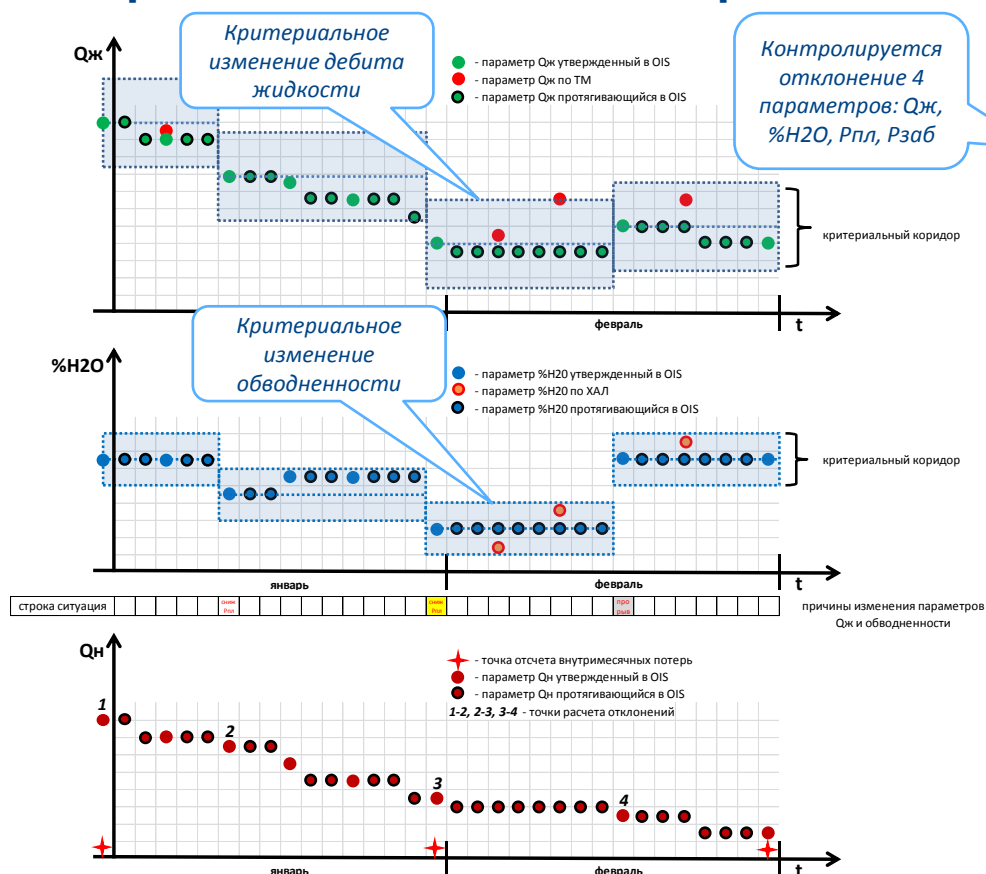
Расчет добычи нефти

Через характеристику вытеснения, дебит жидкости и текущие извлекаемые запасы

$$q_{\text{неф}} = q_{\text{ж.дк}} (1 - WC)$$

$$WC = f(\text{ОИЗ})$$

Контроль качества данных в процессе ввода первичной информации



Критериальные отклонения

	31.01.2017	11.02.2017	Изменение
Qн, т/сут	116	98,8	-17,2 -15 %
Qж, м3/сут	199	180	-19 -10 %
Рзаб, атм	58	68	10 17 %
Рпл, атм	230	225	-5 -2 %
Кпр	1,16	1,15	-0,01 -1 %
Обв, %	31	35	4 13 %

Калькулятор факторного анализа

При dРпл=0, dКпр=0, dРзаб=16,4 атм

При dРзаб=0, dКпр=0, dРпл=-16,4 атм

При dРпл=0, dРзаб=0, dКпр=-0,11

Выберите причины по факторам:

Общие

Детально

История согласования

По Рпл

☒ Снижение Рпл

По Рзаб

☒ Снижение произво-ти ЭПО

По Кпрд

Нет значительных отклонений

По обвод.

☒ Оборудование ГЛ

☒ Рост обвод-ти скв. баз. фонда

☒ Рост обвод-ти скв. ГТМ ТГ

Мероприятия:

Комментарии и значения:

Изменение дебита жидкости, м3/сут

Изменение дебита нефти, т/сут

Принять

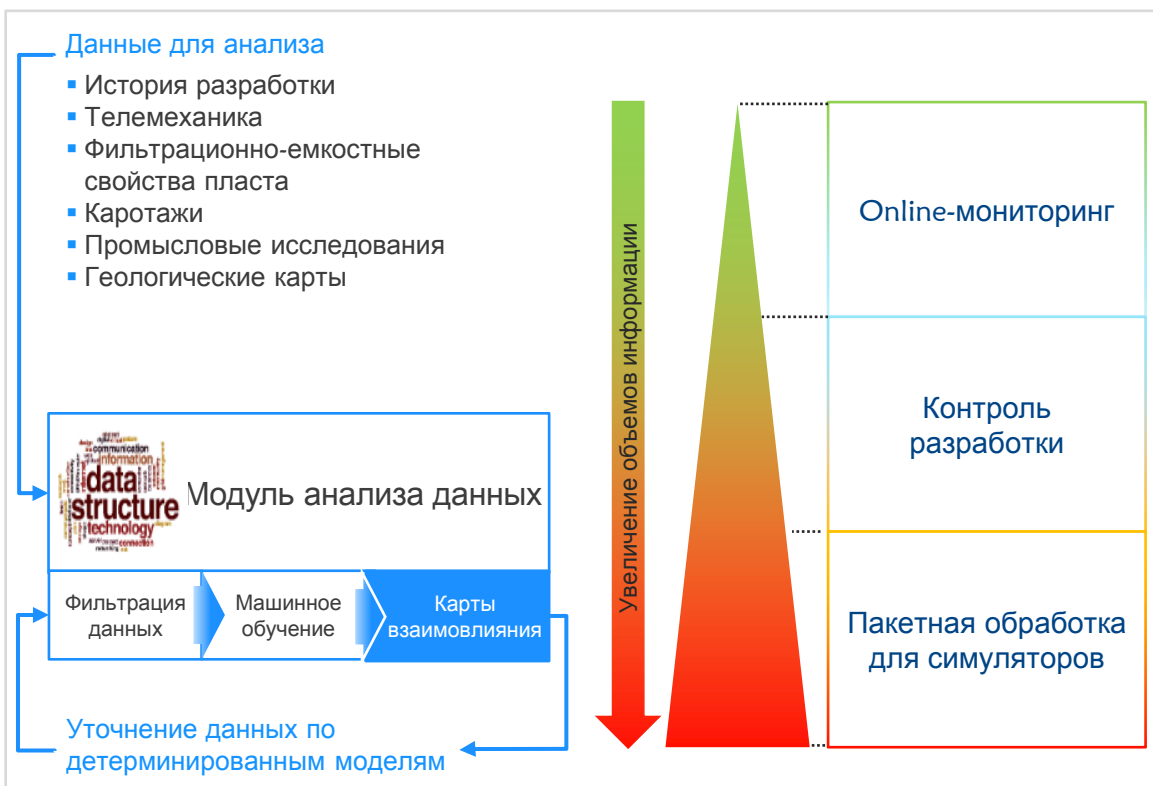
Отмена

При загрузке данных в OIS, если значение параметра выходит за допустимый коридор, необходимо указать причину изменения

Цифровизация.

Data science для верификации геолого-технологических данных

Цель проекта: автоматизация процессов выгрузки, верификации и анализа больших массивов данных при помощи алгоритмов машинного обучения для повышения эффективности и оперативности производственных решений



Главные (ожидаемые) эффекты

- Сокращение трудозатрат более 20 чел/год
- Повышение качества детерминированных моделей

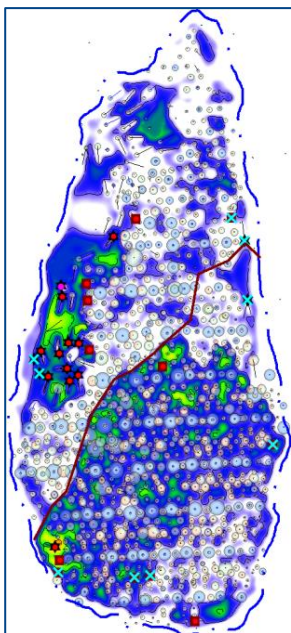
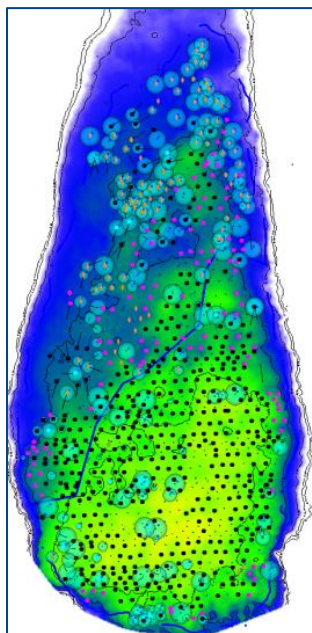
Технологические партнеры



Пример верификации запасов

Первый этап:

- Верификация геологических запасов, оценка Квыт и Кохв
- Построение карты рисков
- Формирование и реализация мероприятий для подтверждения локализации ОИЗ

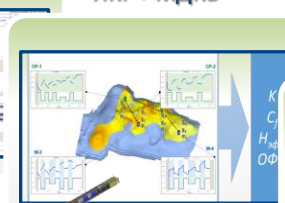
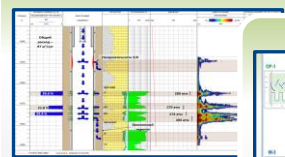


Второй этап:

- Проведение вертикального и площадного гидросканирования по опорной сетке скважин
- Интеграция полученных данных в ГДМ и точная локализация ОИЗ
- Планирование и реализация ГТМ

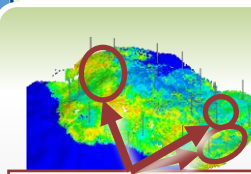
Вертикальное
гидросканирование
HPT-SNL + TSNL

Площадное
гидросканирование
ИКГ + МДКВ



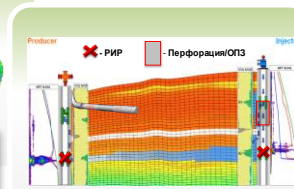
HPT+SNL tool

Интеграция
полученных данных в
ГДМ



Точная
локализация
остаточных
запасов

Анализ и
планирование ГТМ



Цифровизация.

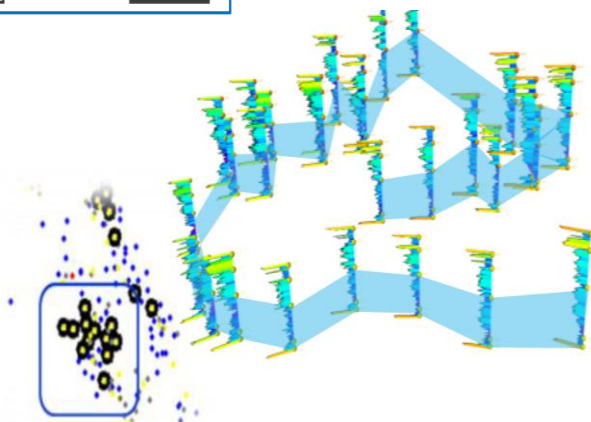
Поиск пропущенных продуктивных интервалов

Цель проекта: локализация по разрезу пласта ранее невыявленных запасов углеводородов на основе современных алгоритмов машинного обучения при анализе результатов геолого-геофизических исследований и промысловых данных



Анализ ГИС и поиск продуктивных интервалов

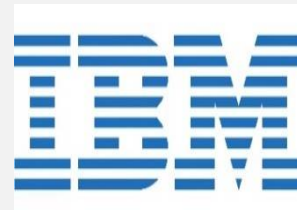
Прогнозирование залежей



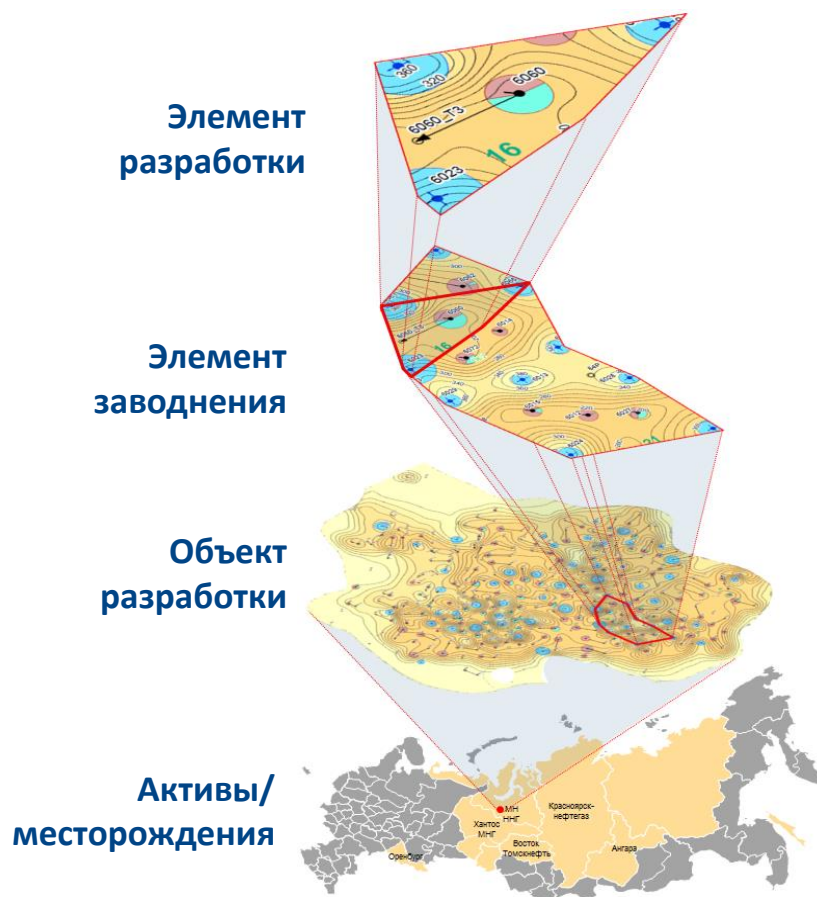
Главные (ожидаемые) эффекты

- Прирост запасов на разрабатываемых активах
- До 1 млн.т. дополнительной добычи к 2025 г.

Технологические партнеры

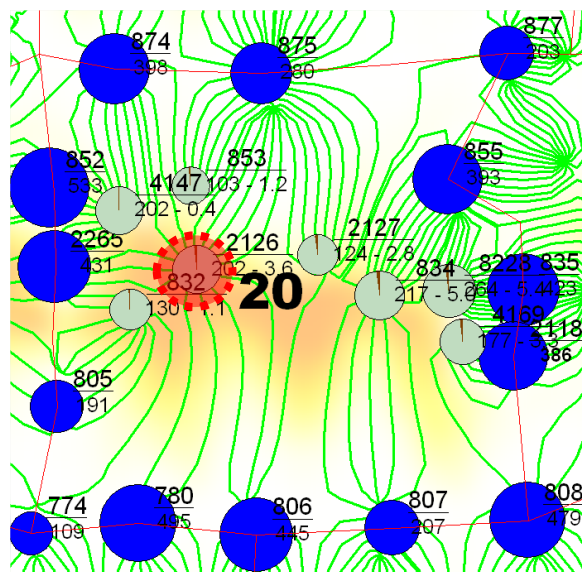
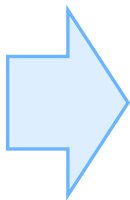
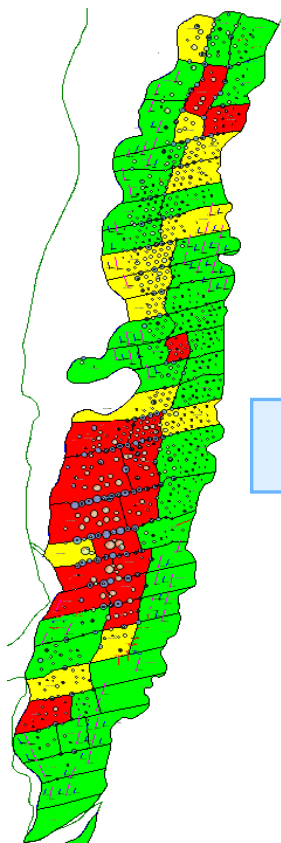


Иерархия моделей для автоматизированного контроля за разработкой



- ИС «Шахматка-Техрежим» / «Мехфонд»
- Факторный анализ
- ИС «АвтоКонтроль разработки»
- Блочно-факторный анализ
- Секторные 3D гидродинамические модели
- Proxy-модель
- 3D гидродинамическая модель
- Инструменты бенчмаркинга

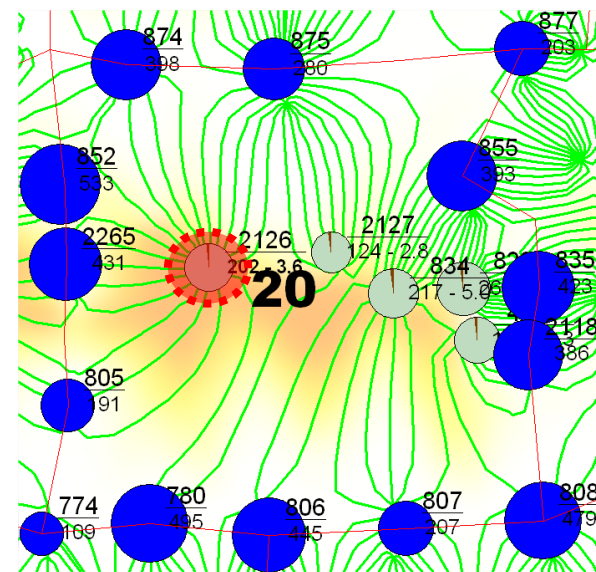
Пример моделирования мероприятий по управлению заводнением



Высокообводненные скважины 853, 4147 и 832 препятствуют продвижению фронта вытеснения в районе скважины 2126

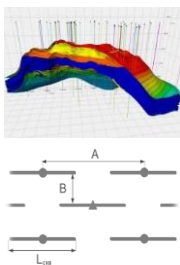
Результат

- Дополнительная добыча нефти: **1.8 тыс.т.**
- Снижение объемов закачки воды в системе ППД на **255 тыс.м³**



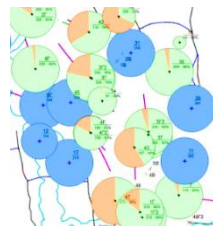
Скважины 853, 4147 и 832 остановлены. Получена стабилизация уровня добычи нефти и снижение уровней добычи жидкости и закачки по ячейке

Развитие инструментов управления пластом. Создание оптимизационных алгоритмов



Новые активы

Выбор оптимальной системы разработки



Текущие активы

Управление заводнением



+10 % NPV

+1 % КИН

Эффект от внедрения на
новых активах

+1 %

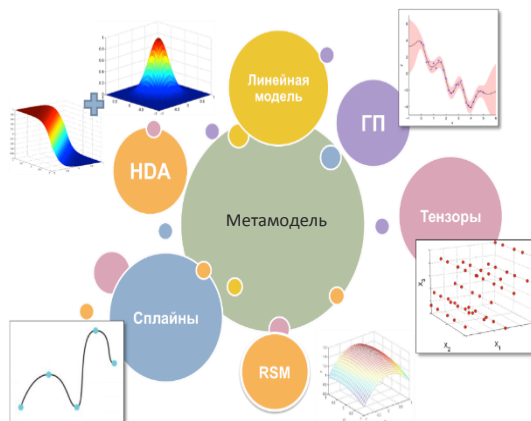
дополнительной добычи для
текущих активов в горизонте
3-5 лет

Цифровизация. Метамоделирование притока к скважине в элементе разработки

Цель проекта: оптимизация системы разработки при помощи моделирования пластовых течений в элементе разработки методами машинного обучения, применение численного моделирования для задач оперативного контроля и управления пластом

Данные для анализа

- PVT-свойства
- ОФП
- Кривые капиллярного давления
- Распределения пористости, проницаемости
- Начальные распределения давления, насыщенности водой, нефтью и газом



Суррогатная

Фильтрация
данных

Целевая
функция

Машинное
обучение

Оптимизация системы разработки

Синонимы: surrogate model, proxy model, hybrid model

Главные (ожидаемые) эффекты

- Снижение ошибок до 2% в идентификации проблем пласта
- Повышение скорости гидродинамических расчетов в 100 и более раз

Технологические партнеры

SkTECH
SKOLKOVO INSTITUTE
OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

Внедрение ИС «Автоматизированный подбор ГТМ»

Алгоритмы расчета и подбора скважин на ГРП

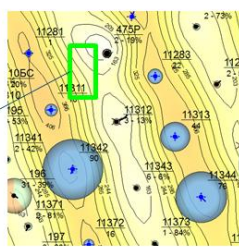
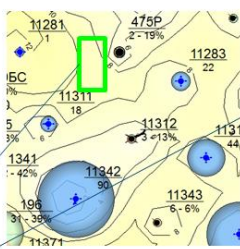
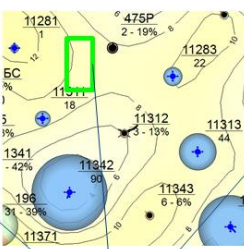
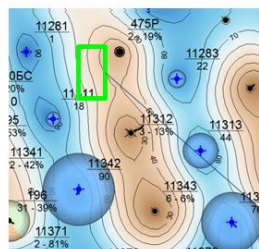


Прогнозная обводненность

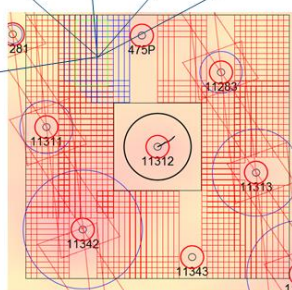
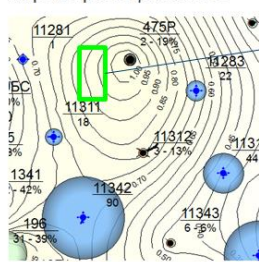
Карта ННТ

Карта ОННТ

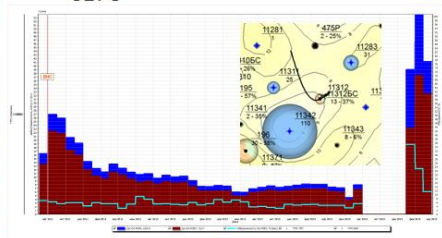
Карта изобар



Карта проницаемости



✓ Выбор участка для проведения ЗБС

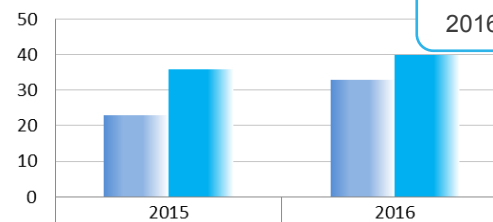


Бизнес-эффект

Количество ЗБС, шт

2015г +56% к 2014

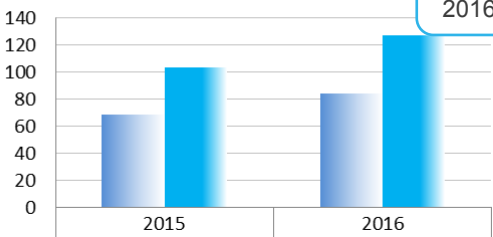
2016г +11% к 2015



ЗБС -добыча нефти, тыс.т

2015г +52% к 2014

2016г +22% к 2015

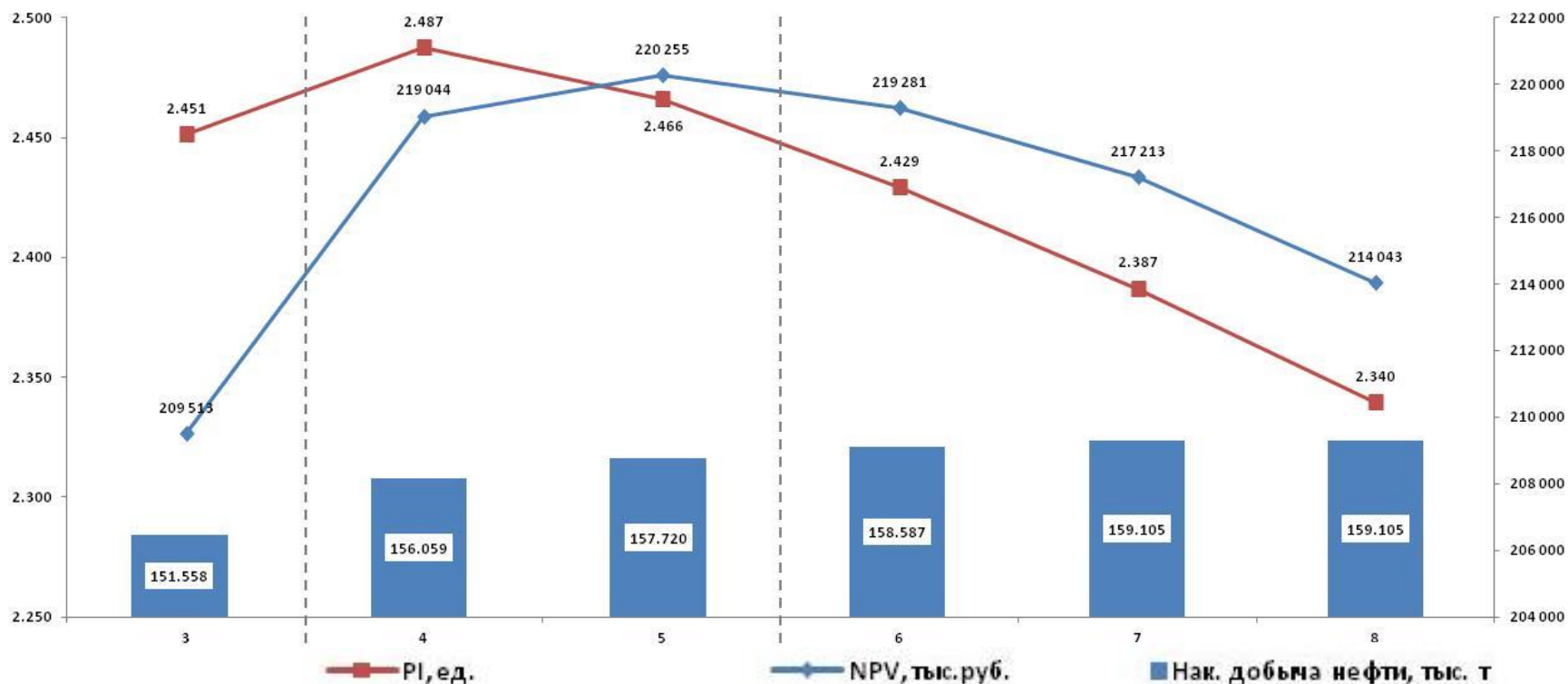


Результат внедрения ИС «Подбор ГТМ»:

- ✓ Оценка потенциала и увеличение количества ГТМ
- ✓ Рейтинг скважин ГТМ – выбор лучших кандидатов в программу ГТМ

Пример оптимизации дизайна горизонтальной скважины с МГРП

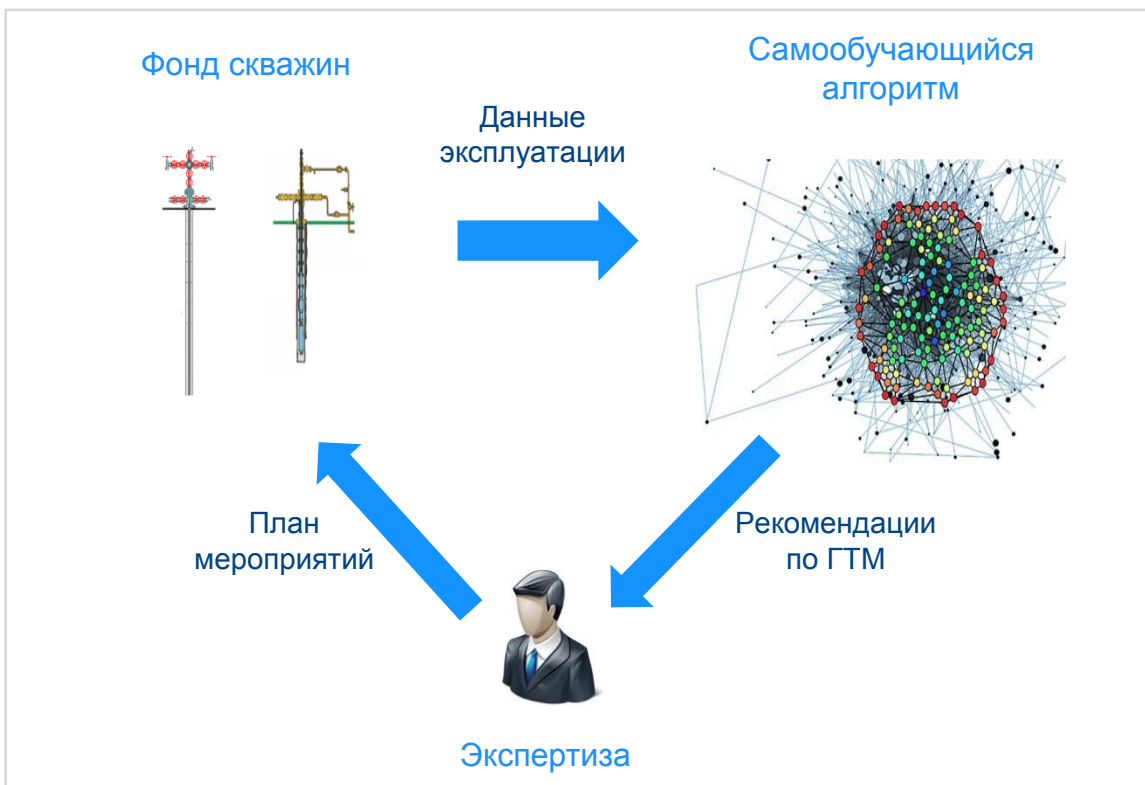
Зависимость показателей разработки от количества портов ГРП



Оптимальный дизайн для условий месторождения с проницаемостью
3мД – 150 м/фрак, для 1мД – 100м/фрак

Машинное обучение в интерпретации результатов исследований

Цель проекта: сокращения времени простоя скважин и повышение эффективности геолого-технических мероприятий за счёт автоматизации процесса анализа данных скважин на основе самообучающегося алгоритма и снижения количества активных экспериментов



Главные (ожидаемые) эффекты

- Экономия 200 млн.руб/год
- Увеличение охвата скважин гидродинамическими исследованиями с 20-30% до 100%

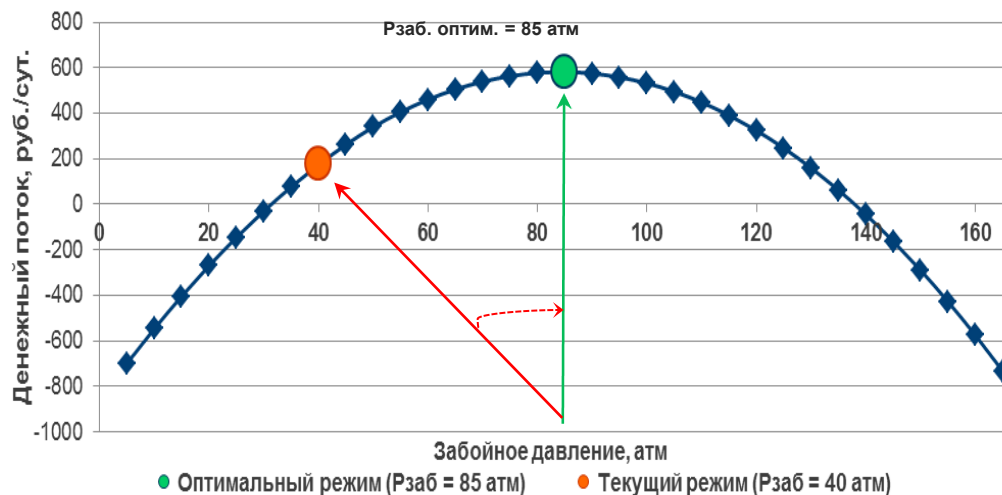
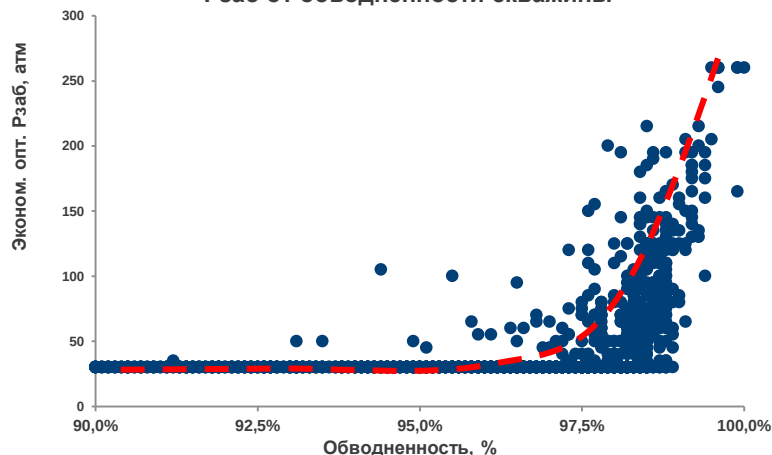
Технологические партнеры



Повышение рентабельности механизированного фонда скважин

Оценка рентабельности скважин при различных режимах эксплуатации

Зависимость экономически оптимального
Рзаб от обводненности скважины

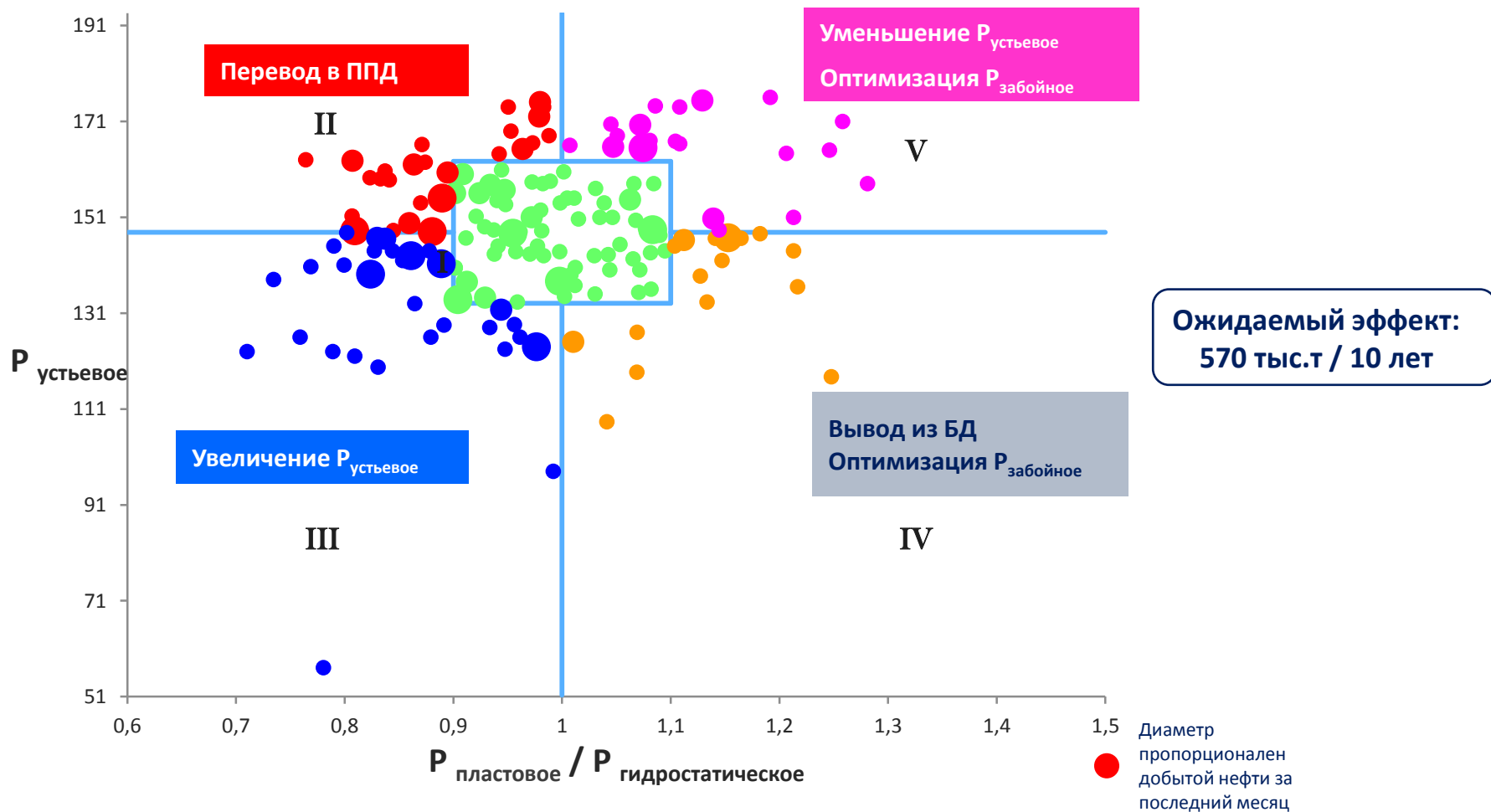


Расчет ключевых показателей модели рентабельности автоматизирован:

- ✓ Прогноз добычи нефти, обводненности и темпов выработки запасов в зависимости от забойного давления
- ✓ Расчет потребления электроэнергии
- ✓ Прогнозирование СНО
- ✓ Подбор ЭЦН
- ✓ OPEX, REVEX, CF, NPV



Пример реинжиниринга системы поверхностного обустройства



ВЫВОДЫ

1. Накоплен достаточный набор инструментов для комплексного управления добычей зрелых месторождений
2. Иерархия подходов позволяет сохранить баланс между детальностью моделей и скоростью принятия решений
3. Существующий потенциал добычи зрелых месторождений сосредоточен в продолжении интеграции инструментов по цепочке создания стоимости
4. Прорыв в развитии методов и алгоритмов для интегрированного управления разработкой находится в области использования методов машинного обучения и больших данных
5. Тренд на цифровизацию предъявляет новые требования к роли инженера: от выполнения потоковых операций к системному интегратору-аналитику