



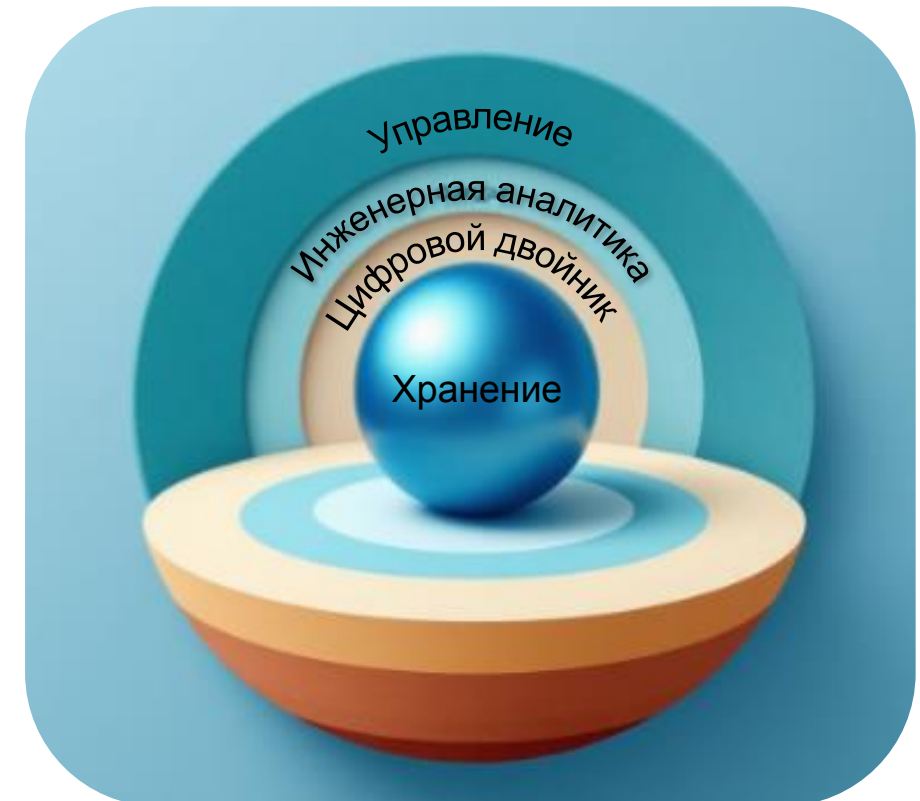
Уфимский научно-технический центр

# Управление газоконденсатным активом. Модуль «Оптимизация ТР» ПК «СРЕДА»

Восстановление непрерывной физически обоснованной картины  
объекта в условиях дефицита данных

Компонент	Состав
Инфраструктура	Промышленная БД, визуализация, импорт/экспорт
Аналитика для газа	DCA, FMB, PVT, узловой анализ
Ядро ЦД (PhINN)	Восстановление параметров эксплуатации (дебит, давление в скважине, добыча), самообучение
Управление	<ul style="list-style-type: none"><li>• Подбор режимов (Руст, Dшт) под план</li><li>• Предиктивная аналитика эрозии и гк пробок</li></ul> И тд

- Кроссплатформенность (Linux/Windows)
- Мультиязычность (Рус/Eng)
- Коробочное решение
- Универсальность СИ (метрическая/имперская)



**SREDA — самостоятельный нишевый инструмент, а также источник валидных данных для существующих систем**

## Реализовано

Задачи	Инструменты
Анализ карт, геопрофилей, режимов работы скважины, просмотр исследований, мероприятий	Модули «Планшет», «Геопрофиль», «Диагностика», «Данные добычи» Базовый функционал (визуализация карт, скважин, траекторий)
Расчет основных PVT зависимостей для газа	Модуль «PVT»
Определение давления в стволе скважины на заданную глубину	Модули «VLP», «Конструкция», «Инклинометрия»
Оценка НГЗ по пласту	Модуль «Расчет запасов по контуру»
Определение дренируемых НГЗ скважины, параметров пласта ( $K_{\text{прод}}$ , $K_{\text{пр}}$ , скин-фактора)	Модули «FMB», «Блесингейм»
Узловой анализ	Модуль «IPR/VLP»
Прогноз профилей добычи	Модули «МатБаланс», «Арпс»

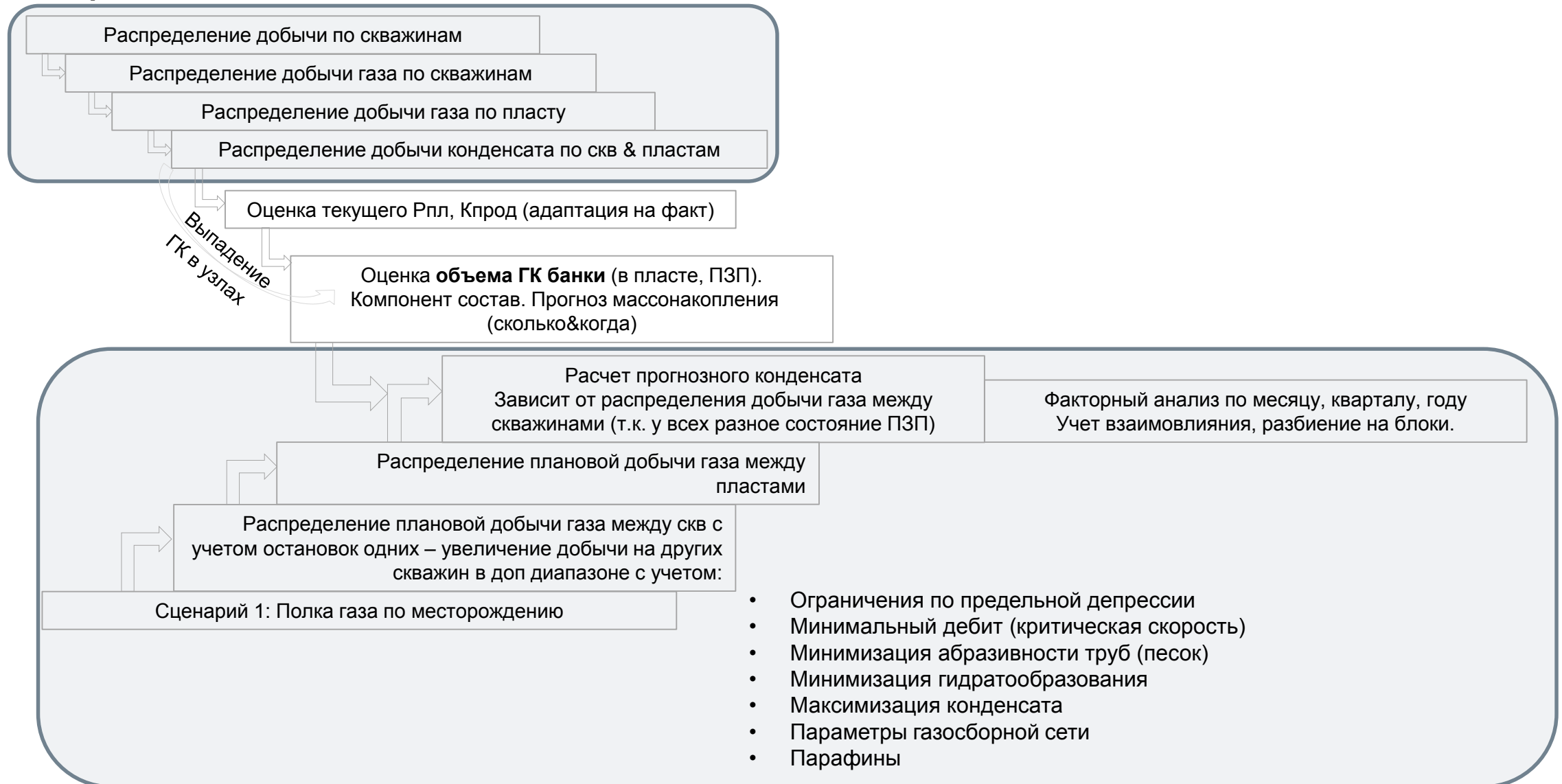


## В работе

Управление  
добычей

Модуль  
«Оптимизация TP»

## Распределение добычи по скважинам



## Проблемы:

- Нелинейность (ретроградная конденсация, многофазный поток)
- Многопластовость — неизвестно распределение по пластам
- Замеры редки и дискретны, телеметрия не даёт дебитов напрямую
- Косвенные измерения параметров пласта

Подход	Плюсы	Ограничения
Аналитические модели	Модель в полной постановке, построенная на физических законах	Полный набор параметров: часть параметров не поддаются замерам или неизвестны
Численные модели	Детализация модели + решение аналитических уравнений, не имеющих точного аналитического решения	Чувствительны к качеству данных и выбору начального приближения + тяжелая калибровка. Долго и дорого
Корреляционные модели	Подбор наиболее оптимальной корреляции	Необходимость представительной выборки + одномерная задача
ML	Обработка большого массива данных с явно не выраженными параметрами + многомерная задача	Необходимость достаточно большой выборки данных + «чистка» параметров



## Гибридный подход

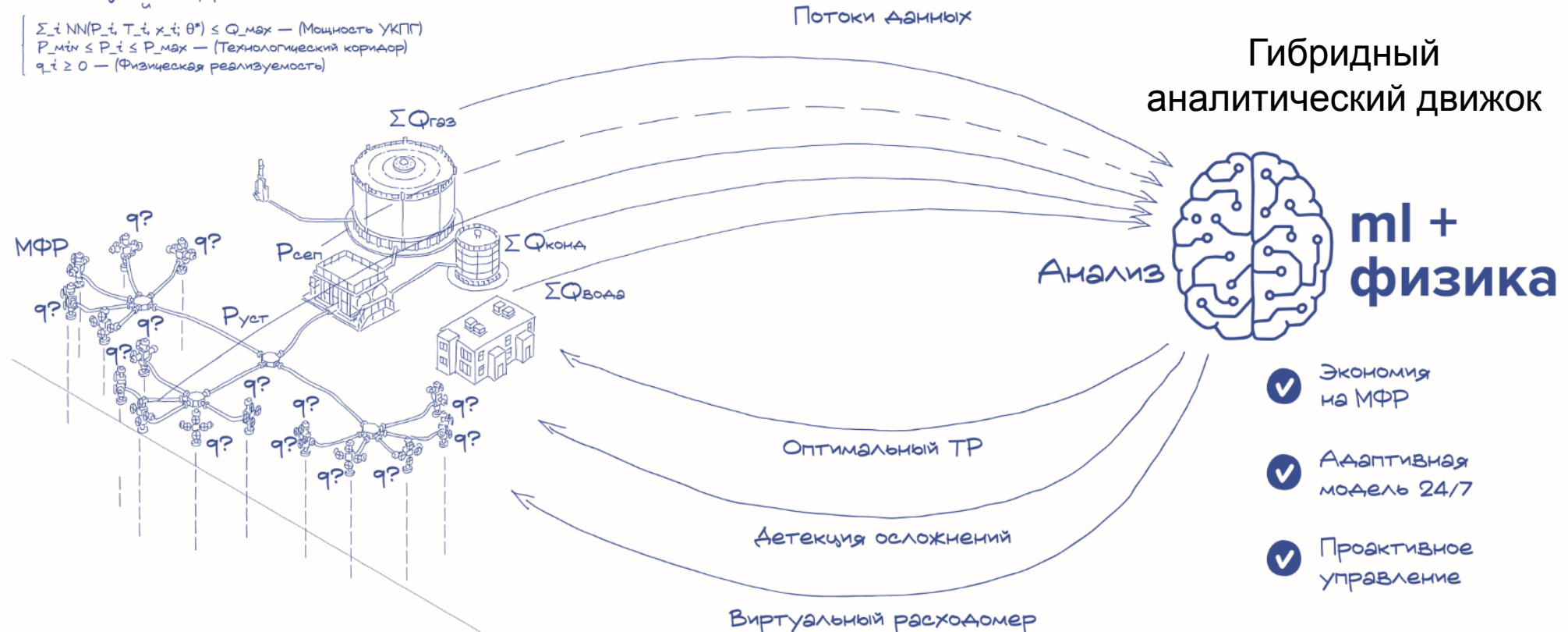
аналитика + корреляции + ML

## Промысел

## ПК «СРЕДА»

$$u^* = \operatorname{arg\,max}_u F(q_{\text{pred}}(u), u)$$

$$\begin{cases} \sum_i NN(P_i, T_i, x_i; \theta^*) \leq Q_{\text{max}} & \text{— (Мощность УКПГ)} \\ P_{\text{min}} \leq P_i \leq P_{\text{max}} & \text{— (Технологический коридор)} \\ q_i \geq 0 & \text{— (Физическая реализуемость)} \end{cases}$$



### ВХОД: ПРЯМЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

- Телеметрия с устьев (Руст, Туст, Дшт)
- Редкие прямые замеры дебитов
- Интегральный замер на УКПГ (ΣQ)

### ЯДРО: ГИБРИДНЫЙ ДВИЖОК (PhINN)

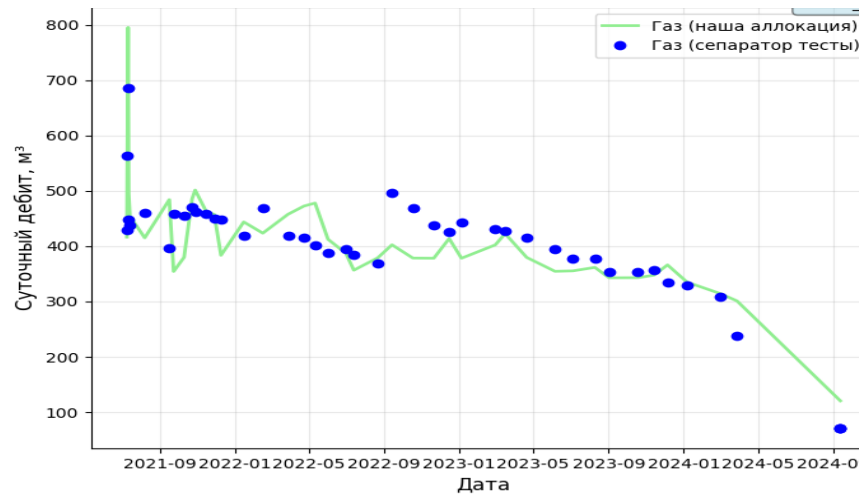
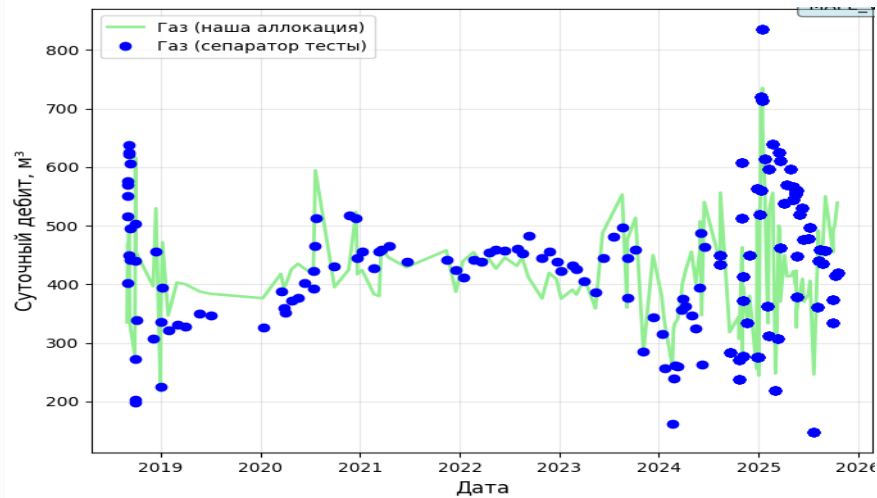
- Машинное обучение (ML)
  - Поиск скрытых связей и адаптивность
- Физические законы
  - Гарантия корректности и надежность

### ВЫХОД: УПРАВЛЯЮЩИЕ РЕШЕНИЯ

1. Точная аллокация дебитов 24/7
2. Оптимальные параметры ТР для достижения цели (Управление)

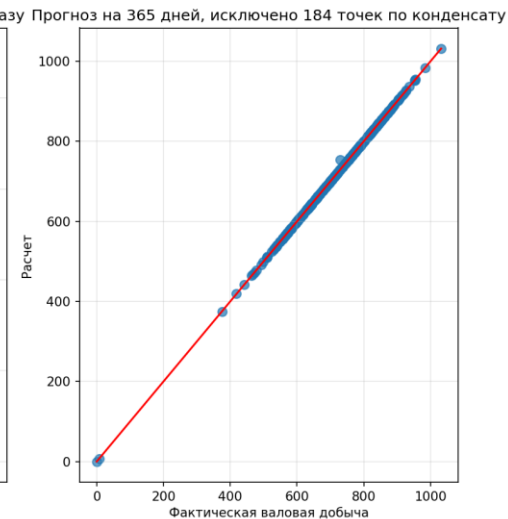
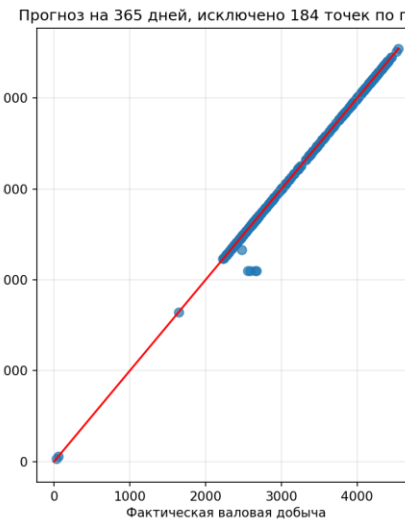
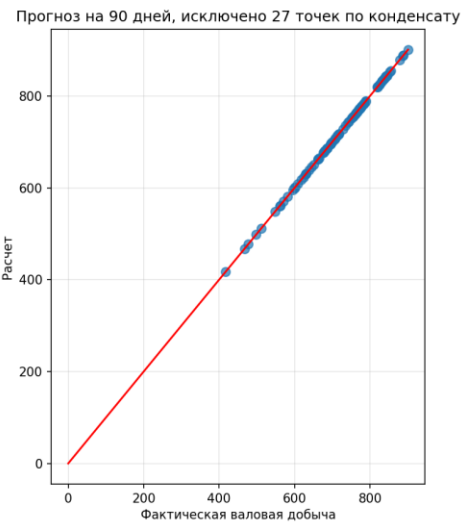
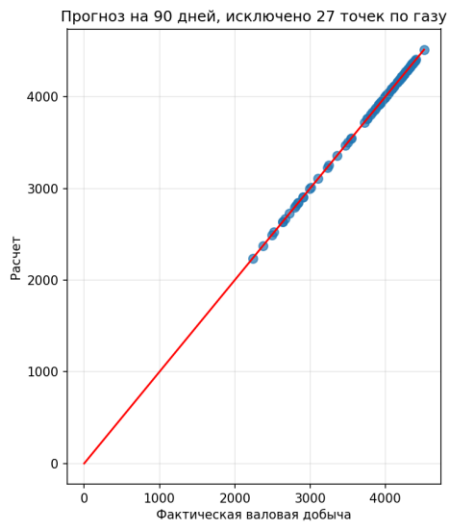
# Тесты на точность на реальных исторических данных

## Сходимость



- Модель корректно описывает замеры – данные сепарационных тестов. Это подтверждает, что алгоритм корректно воспроизводит работу каждой отдельной скважины.

## Устойчивость



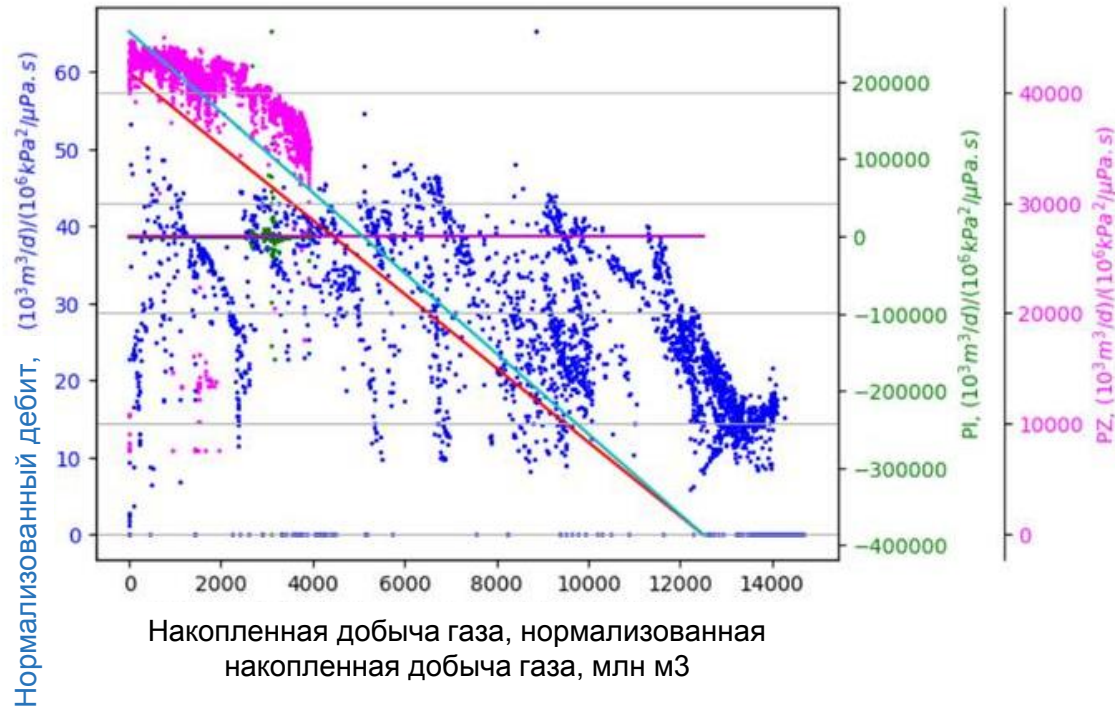
- Что мы сделали: Искусственно "ослепили" модель, убрав из расчетов все сепаратор-тесты за периоды от 1 дня до 1 года.
- Что мы получили: опираясь только на данные Руст, модель с достаточной точностью восстановила суммарную добычу. Это доказывает, что модель обладает реальной прогностической силой и не "подгоняется" под известные замеры

**Модель, которой можно доверять в любых условиях:**

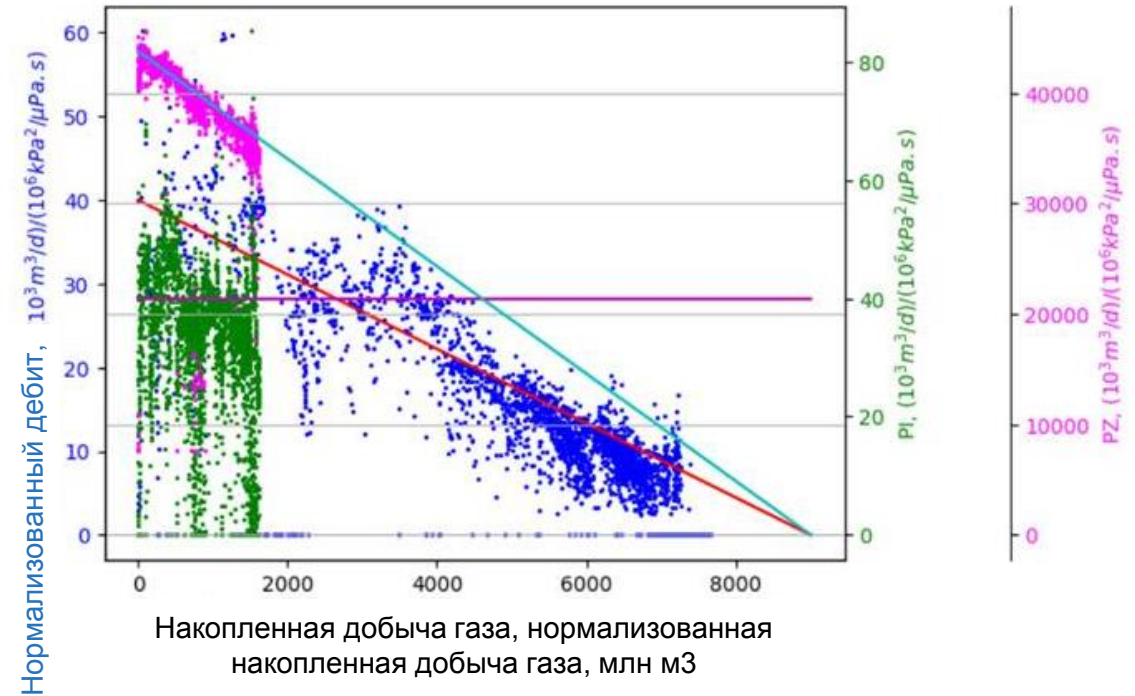
✓ **Точность:** Наша модель описывает фактические замеры, когда они есть.

✓ **Надежность:** Наша модель дает верный результат, даже когда фактических замеров нет.

Исходные данные и теоретическое решение



Новые расчетные данные факта vs теоретическое решение

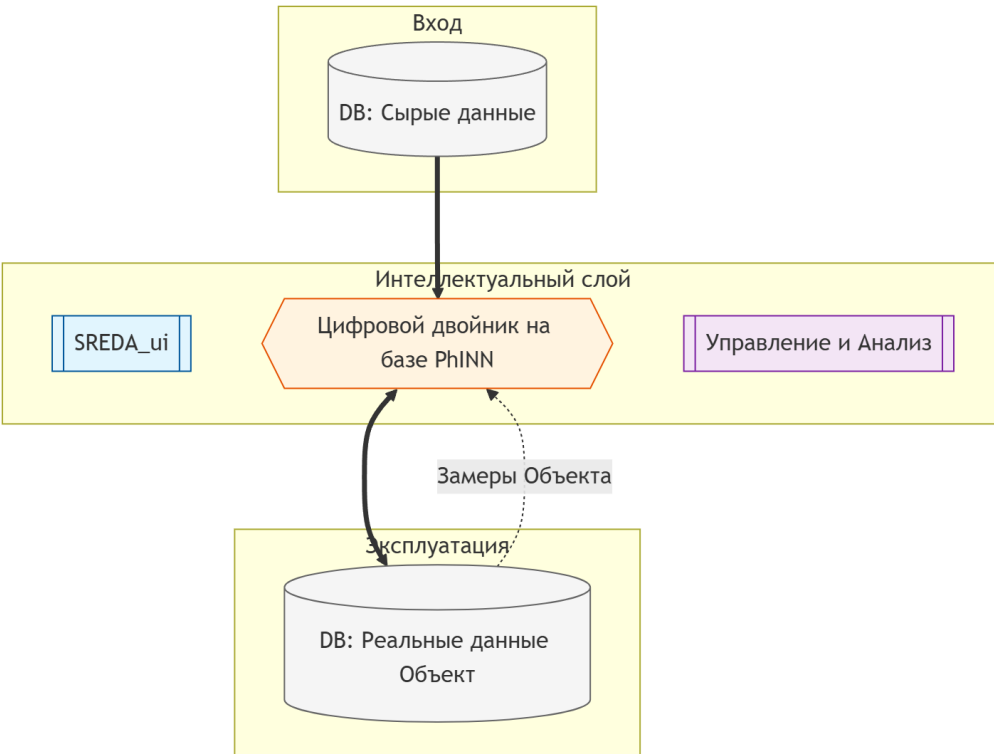


- Сырые (необработанные) данные о забойном давлении и добыче противоречивы и не позволяют сделать адекватную оценку запасов при использовании модели динамического матбаланса (FMB).
- Новые данные (после верификации): зависимость становится физически корректной, что является основой для точного прогнозирования и анализа

**Цифровой  
двойник**



**непрерывная физически обоснованная модель  
объекта, а не разрозненные замеры.**



## Синхронизация «Бизнес → Пласт»

Автоматический перевод коммерческого плана в физические режимы скважин. Не «план отдельно, физика отдельно», а единая модель.

## Одновременный учёт 10+ нелинейных ограничений

Эрозия, гидраты, песок, liquid loading, интерференция — человек не способен учесть всё одновременно. Солвер — способен.

## Максимизация выручки

Поиск сценария с максимальной добычей конденсата при выполнении плана по газу. Не «безопасный режим», а «оптимальный режим в зелёном коридоре».

## Предиктивная безопасность

Удержание скважин в безопасной зоне не по факту аварии, а на основе прогноза состояния.

## Суточный цикл вместо месячного

Мгновенный пересчёт режимов всего фонда при любых изменениях — ввод/вывод скважин, изменение плана, изменение пластовых условий.



Проблема	Инструмент SREDA	Что делает
Реальный дебит по скважинам неизвестен	<b>Виртуальная расходомерия (VFM)</b>	Восстанавливает физический дебит каждой скважины 24/7 на основе телеметрии (Руст, Дшт)
Неоптимальный режим → потери конденсата	<b>Алгоритм максимизации КГФ</b>	Подбор режима при котором вынос жидкой фазы максимален — не просто безопасный, а оптимальный
Реакция постфактум на осложнения в добыче (гидраты, эрозия, парафины...)	<b>Предиктивная диагностика</b>	Мониторит состояние характеристик текущего потока (критическую скорость газа, плотность смеси...). Сигнал о риске — до того, как проблема возникла
План оторван от физики	<b>Автоматический подбор оптимального режима</b>	Подбирает комбинацию штуцеров по всему фонду: сумма дебитов = План, все ограничения соблюдены