

**Комплекс программных инструментов, направленных на повышение  
эффективности геолого-технических мероприятий в нефтяных и  
газовых скважинах**

Руководство пользователя

v1.0, 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОГРАММНОМ ПРОДУКТЕ .....	4
АВТОРИЗАЦИЯ И ВХОД В ПРИЛОЖЕНИЕ .....	10
1 Цифровой модуль проектирования СКО с применением осадкообразующих составов...12	
1.1 Оборудование.....	13
1.2 Геомеханика .....	15
1.3 Зоны продуктивности .....	17
1.4 План закачки.....	19
1.5 Результаты .....	23
2 Цифровой модуль проектирования ОПЗ с применением гидромониторной насадки.....24	
3 Программный модуль для моделирования эволюции прискважинной зоны в процессе..27	
4 Цифровая модель прогнозирования, предупреждения и ликвидации осложнений в пласте .....	36
5 Проектирование боковых стволов с последующей ОПЗ.....	41
6 Адвайзер для проектирования горизонтальных скважин.....	44

## ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

ВНР – выход на режим

ГИС – геофизические исследования скважин

ГТМ – геолого-технические мероприятия

КС – кислотный состав

НКТ – насосно-компрессорная труба

ОПЗ – обработка призабойной зоны

ПКМ – правая кнопка мыши

РИГИС – результаты интерпретации геофизических исследований скважин

СКО – соляно-кислотная обработка

ЦДНГ – цех по добыче нефти и газа

TVD – глубина по вертикали от уровня стола ротора

## ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОГРАММНОМ ПРОДУКТЕ

В состав программного комплекса входят следующие модули:

1. Цифровой модуль проектирования СКО с применением осадкообразующих составов
2. Цифровой модуль проектирования ОПЗ с применением гидромониторной насадки
3. Программный модуль для моделирования эволюции прискважинной зоны в процессе эксплуатации скважины и анализа добычи
4. Цифровая модель прогнозирования, предупреждения и ликвидации осложнений в пласте
5. Проектирование боковых стволов с последующей ОПЗ
6. Адвайзер для проектирования горизонтальных скважин

### **Цифровой модуль проектирования СКО с применением осадкообразующих составов**

Модуль предназначен для имитации воздействия технологиями селективных кислотных обработок с применением осадкообразующих высоковязких составов. На сегодняшний день данная технология является передовой среди технологий, направленных на существенное повышение эффективности кислотных обработок. Использование данных составов позволяет решить множество проблем при проведении кислотой обработки, в т.ч.: исключить эффекты поглощения промытыми высокопроницаемыми зонами пласта закачиваемой кислоты и понизить приемистость закачки при КО, обеспечить высокое селективное воздействие на необработанные интервалы продуктивной зоны пласта, исключить негативные факторы, связанные с загрязнением породы пласта и снижением фазовых проницаемостей по нефти. Цифровой модуль, за счет применения продвинутой математической модели, учитывающей все физико-химические аспекты применения данной технологии, позволит эффективно спланировать ГТМ на скважине и подобрать оптимальные технико-экономические параметры дизайна кислотной обработки.

Функции:

- Математическое моделирование процессов закачки осадкообразующих кислоторастворимых частиц в процессе кислотной обработки скважины.
- Графическая визуализация результатов применения осадкообразующих составов, потокоотклоняющего эффекта от воздействия.

- Расчет оптимальных типов и параметров закачки осадкообразующих составов, оптимизация дизайна.
- Расчет прироста добычи нефти за счет применения технологии и технико-экономических показателей эффективности ГТМ.

### **Цифровой модуль проектирования ОПЗ с применением гидромониторной насадки**

Модуль предназначен для моделирования и оптимального проектирования кислотных обработок открытого ствола (наклонного или горизонтального ствола) скважины с применением гидромониторной насадки на насосно-компрессорную трубу (НКТ, либо гибкую НКТ). Применение насадки обеспечивает воздействие на породу открытого ствола скважины направленными струями кислотного состава высокого напора. Моделирование и оценка степени растворения породы позволит подобрать оптимальные реагенты и режимы проведения данного типа кислотных обработок, оптимальным образом спроектировать сценарий скважинных работ, спрогнозировать технологическую и экономическую эффективность ГТМ.

#### **Функции:**

- Моделирование процесса проведения ОПЗ с применением гидромониторной насадки, с учетом различной конфигурации насадки, типа и темпа истечения жидкости, перемещения ГНКТ по стволу скважины, растворения породы пласта за счет химической реакции с кислотным составом.
- Подбор оптимального состава и режима проведения обработки, оборудования и материалов.
- Расчет увеличения притока жидкости и нефти из скважины за счет проведения обработки с применением гидромониторной насадки.
- Расчет экономической эффективности ГТМ.
- Визуализация результатов моделирования по количеству и объему растворения породы в прискважинной зоне пласта.
- Генерация плана работ с гидромониторной насадкой в открытом стволе.

## **Программный модуль для моделирования эволюции прискважинной зоны в процессе эксплуатации скважины и анализа добычи**

Модуль предназначен для комплексной оценки эффективности проведенных ГТМ на скважине, с учетом имеющихся ретроспективных данных по добыче нефти на скважине и информации о ранее проведенных ГТМ, включая плановые ремонты скважин и работы, связанные с изменением заканчивания (перфорационные работы).

Модуль позволяет выполнить аналитические расчеты эффективности всех проводимых ГТМ по интенсификации добычи, что дает более эффективную и детализированную оценку текущего состояния пласта и скважины, на основе которых будет выполняться дальнейшее моделирование ГТМ.

Кроме того, это позволит напрямую, в виде цифровой модели эволюции ПЗП скважины от одного ГТМ к другому, учесть результаты проведенных ранее работ, направленных на интенсификацию добычи на скважине, повысив тем самым точность прогнозируемой по результатам расчетов оценки добычи нефти на скважине. В период эксплуатации цифровая модель воспроизводит процессы изменения свойств породы пласта, учитывая образование колматантов различной природы. Модуль позволяет объединить в себе инструменты моделирования различных ГТМ и выполнить системную оценку рентабельности и экономической эффективности добычи нефти на скважине.

Функции:

- Систематизация имеющихся фактических и расчетных данных по параметрам проведенных и планируемых ГТМ, и добычи на скважине.
- Автоматизация расчета трендов падения добычи нефти и их адаптация по фактическим данным добычи, с определением показателей эффективности ранее проведенных ГТМ.
- Моделирование процессов образования колматантов в прискважинной зоне пласта в межремонтный период.
- Определение эволюции параметров, характеризующих величину повреждения ПЗП по профилю глубины продуктивного пласта скважины на любую дату рассматриваемого периода эксплуатации.
- Построение уточненной модели прискважинной зоны пласта перед планированием очередного ГТМ на скважине, с учетом как наличия повреждений ПЗП за счет длительного периода эксплуатации скважины, так и пустотного пространства, образовавшегося за счет проведения предыдущих кислотных обработок.

- Расчет динамики экономических показателей эффективности каждого из ГТМ в отдельности и суммарно по скважине (ЧДД, ДПП, ВНР и пр.).

### **Цифровая модель прогнозирования, предупреждения и ликвидации осложнений в пласте**

Модуль предназначен для прогнозирования рисков проявления осложняющих факторов (отложение солей, АСПО, коррозии), а также подготовки рекомендаций по их предотвращению и удалению (подбор технологий, реагентов, дизайнов).

Модуль будет востребован среди добывающих и нефтесервисных организаций, проектных и научно-образовательных институтов, поскольку позволит обеспечить снижение себестоимости добычи нефти за счет снижения количества аварийных ситуаций и более эффективного устранения их последствий.

Функции:

- Математическое моделирование термобарических условий в скважинах в зависимости от геолого-технологических параметров эксплуатации.
- Расчет рисков выпадения неорганических солей и АСПО, скорости углекислотной коррозии.
- Подбор технологий предотвращения выпадения и удаления неорганических солей и АСПО.

### **Проектирование боковых стволов с последующей ОПЗ**

Модуль предназначен для моделирования и оптимального проектирования скважинных работ по радиальному вскрытию пласта. Технология радиального вскрытия пласта заключается в бурении дополнительных стволов-ответвлений, условно, имеющих перпендикулярное расположение относительно оси скважины, простирающихся вглубь пласта на расстояние до 100 м. Применение цифровой модели позволит рассчитать оптимальную точку входа в пласт, оптимальную траекторию и длину канала, соответствующий этому максимальный прирост дебита нефти скважины и сопутствующие технологические параметры и свойства применяемых составов и реагентов, экономическую эффективность данного типа ГТМ и увеличение рентабельности скважины.

Функции:

- Подбор оптимальных параметров проведения радиального вскрытия пласта (точка входа в пласт, оптимальная траектория радиального канала, параметры кислотного воздействия на конце канала) путем моделирования притока дебита нефти в рамках 2D-осесимметричной ГДМ.

- Разработка математической гидродинамической модели притока жидкости к скважине с учетом планируемой конфигурации радиального канала.
- Прогнозирование добычи на скважине после ГТМ и оптимизация ключевых параметров эффективности.
- Автоматизация процесса проектирования скважинных операций и составление плана работ по радиальному вскрытию пласта.

### **Адвайзер для проектирования горизонтальных скважин**

Программный модуль представляет собой инструмент для проектирования заканчивания горизонтальных скважин с оборудованием заканчивания для многостадийных кислотных обработок и обработок гидроразрывом пласта, а также заканчивания с использованием щелевого фильтра. Модуль осуществляет помощь в проектировании за счет программной реализации расчетных методик и алгоритмов, позволяющих подобрать подходящие интервалы расстановки муфт многостадийных ГРП, набухающих пакеров, щелевых фильтров, секций НКТ и прочего оборудования для заканчивания скважин, опираясь на комплекс исходных данных по фактической или планируемой траектории горизонтального ствола, профилю геолого-геофизических и геомеханических свойств пласта, критериев исключения технологических рисков и минимизации капитальных затрат на строительство и оборудование скважины. Проектирование в программном модуле планируется реализовать в максимально интерактивном виде, с максимальной автоматизацией рабочего процесса.

Функции:

- Задание средних геолого-физических и фильтрационно-емкостных параметров рассматриваемой формации.
- Задание геолого-структурных параметров разреза снизу и сверху от рассматриваемой формации.
- Адвайзер по выбору типа хвостовика и его составляющих применительно к текущим геолого-физическим условиям.
- Инструмент оперативной (полуавтоматической) интерпретации ГИС и данных механических свойств в сильнонаклонном и горизонтальном интервалах скважины для выделения интервалов расстановки портов и пакеров.
- База данных элементов хвостовика, применительно к оборудованию, имеющемуся на рынке заканчивания в РФ (с возможностью указания стоимости для выполнения расчетов экономических параметров).

- Конфигуратор оборудования, для ручного задания геометрических параметров элементов, отсутствующих в базе данных или выбора присутствующих в ней.
- Алгоритм автоматического создания меры хвостовика с выбором основных параметров портов, пакеров, переводников и обсадных труб хвостовика.
- Блок оценки рисков, осуществляющий сопоставление текущих скважинных и пластовых условий возможностям оборудования (максимальные температуры и дифференциальные давления, соотношения диаметров скважины и оборудования и т.п.), с последующим выводом рекомендаций и предупреждений о возможных несоответствиях и рисках.

## АВТОРИЗАЦИЯ И ВХОД В ПРИЛОЖЕНИЕ

Для авторизации в приложении необходимо перейти по ссылке <https://sp.tetacom.pro>, ввести *логин* и *пароль* и нажать на кнопку «Войти» (рисунок 1). Чтобы введенные данные сохранились для дальнейшего входа в симулятор, следует поставить отметку «Запомнить меня».

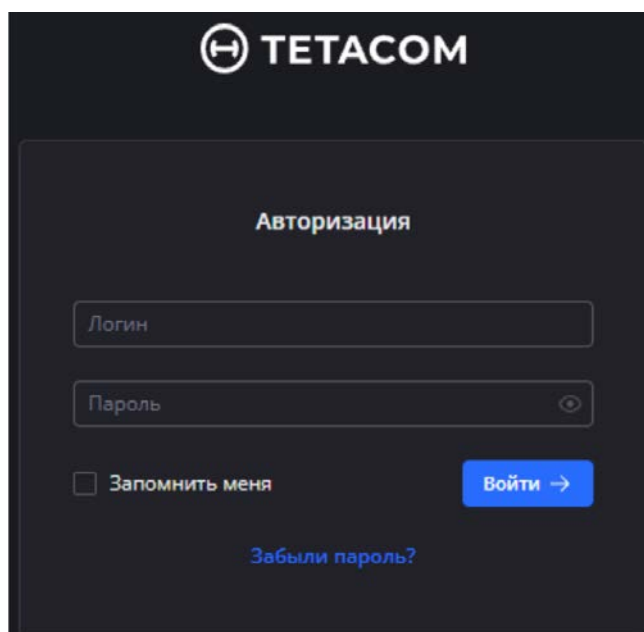


Рисунок 1 – Авторизация

После входа открывается основное рабочее окно симулятора (рисунок 2.2).

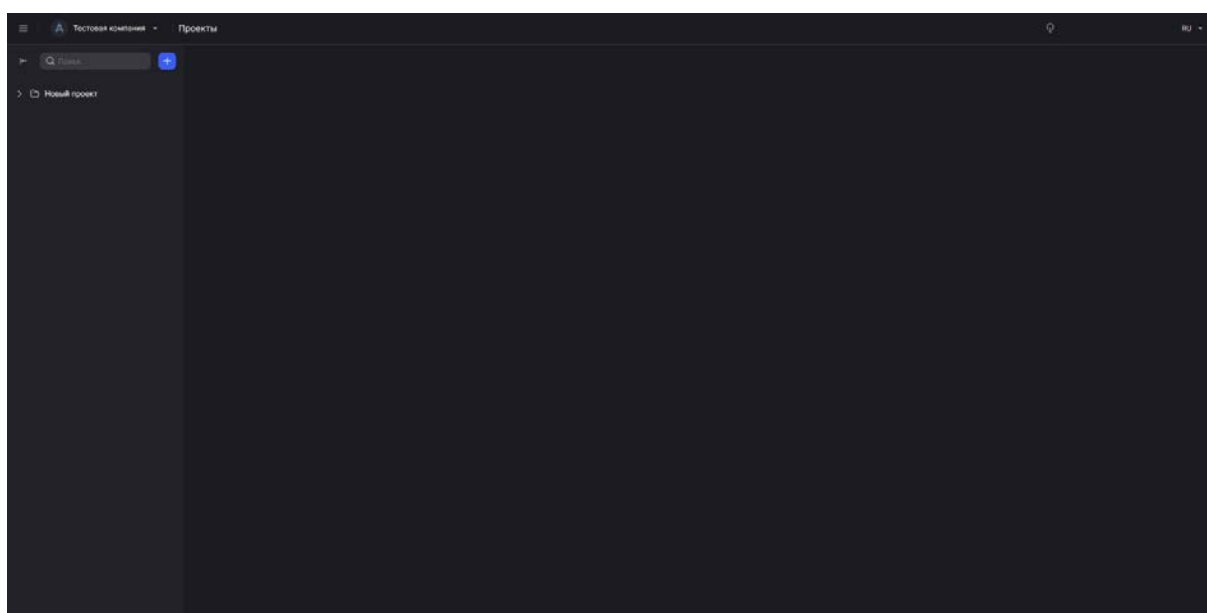


Рисунок 2 – Основное окно симулятора

В приложении уже присутствуют дизайны по каждому модулю (рисунок 3). Для просмотра результатов расчета каждого дизайна необходимо перейти в результаты дизайна и нажать на кнопку «Расчитать дизайн».

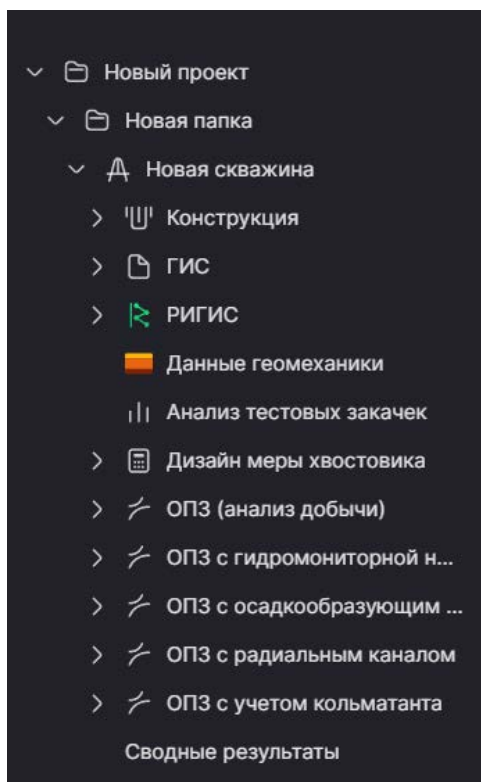


Рисунок 3 – Дизайны каждого модуля

Пример анализа добычи также приведен в разделе «Анализ добычи» приложения (рисунок 4).

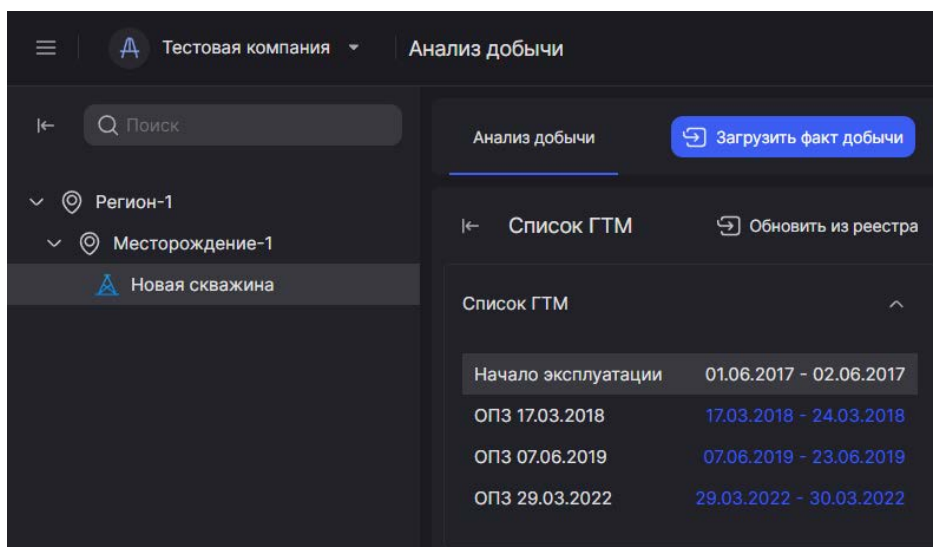


Рисунок 4 – Пример анализа добычи

## 1 Цифровой модуль проектирования СКО с применением осадкообразующих составов

Для создания и проектирования нового дизайна ОПЗ в боковом меню проектов необходимо нажать ПКМ на созданную скважину. В открывшемся окне необходимо выбрать «Создать дизайн ОПЗ» (рисунок 1.1).

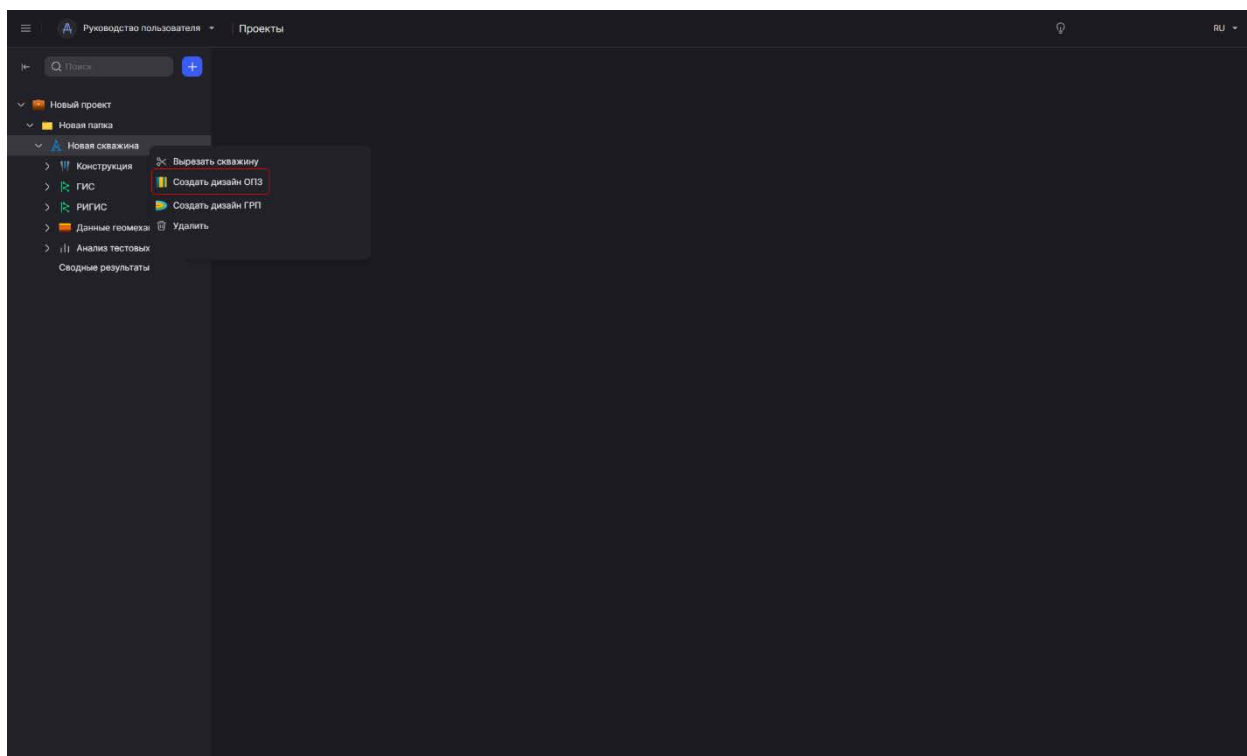


Рисунок 1.1 – Создание дизайна ОПЗ

Необходимо ввести название и сохранить дизайн ОПЗ (рисунок 1.2).

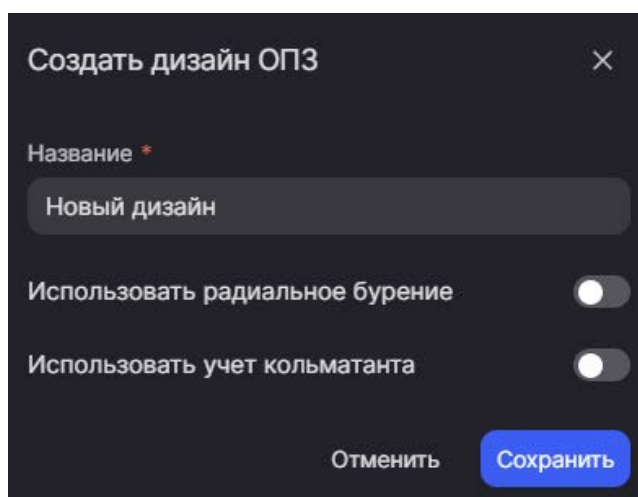


Рисунок 1.2 – Сохранение дизайна ОПЗ

На данном этапе дизайн считается созданным и готовым к дальнейшим настройкам (подпункты 1.1–1.5).

## 1.1 Оборудование

Для настройки оборудования, применяемого при ОПЗ, необходимо перейти в боковом меню проектов в созданном дизайне на страницу «Оборудование», в котором возможен выбор варианта созданной конструкции и геометрии скважины, а также ввод параметров используемых НКТ (рисунок 1.3).

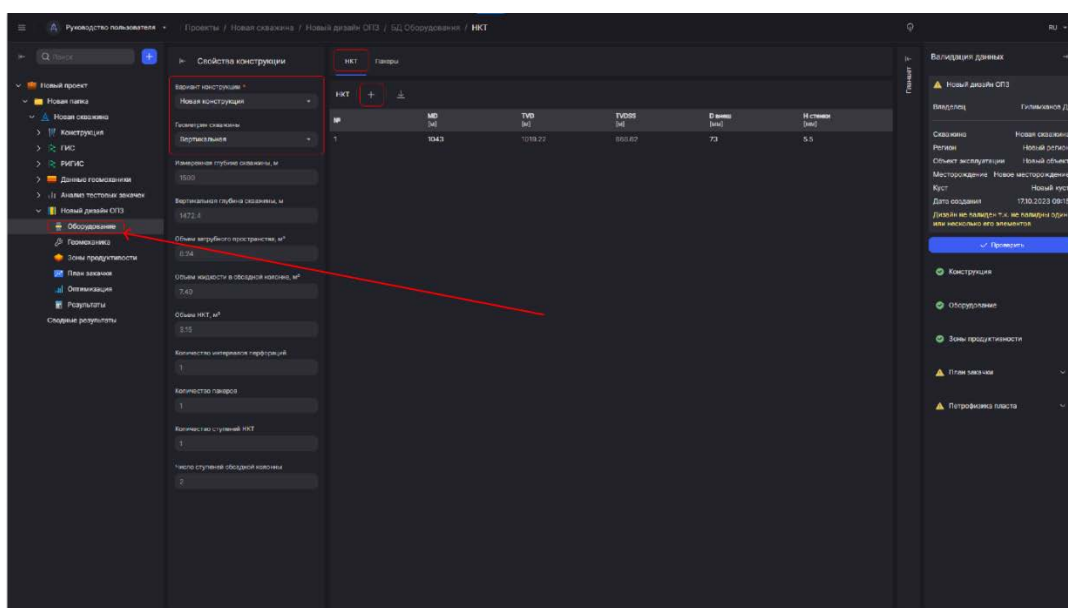


Рисунок 1.3 – Создание НКТ

В открывшемся окне необходимо задать параметры НКТ и сохранить (рисунок 1.4).

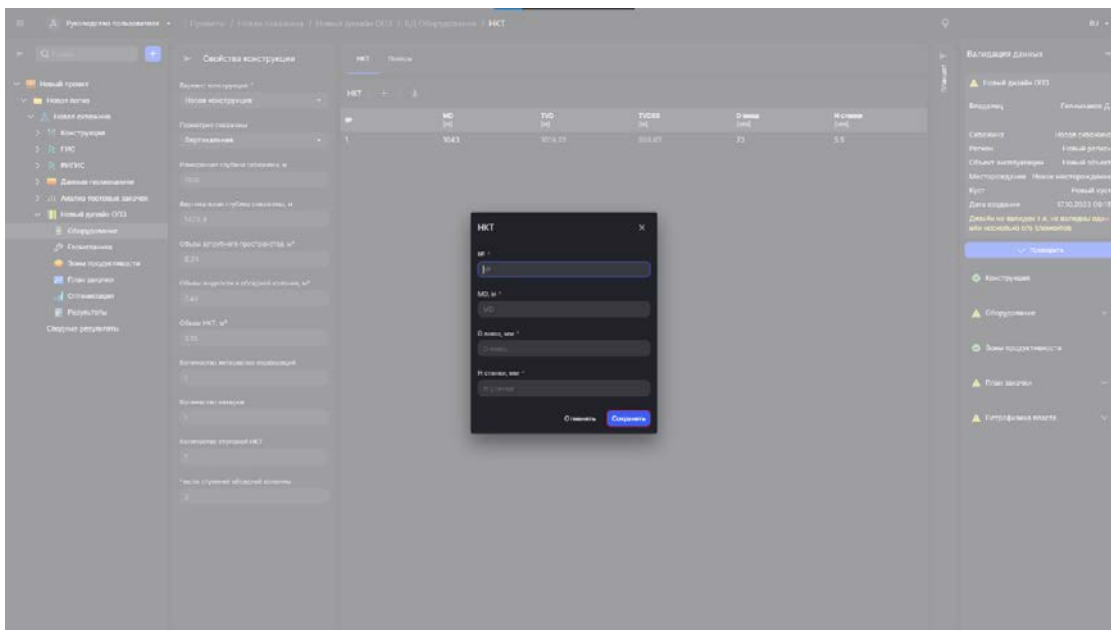


Рисунок 1.4 – Сохранение НКТ

Далее для внесения информации об используемых пакерах необходимо перейти во вкладку «Пакеры». Валидация данных уведомит о корректности внесенных данных (рисунок 1.5).

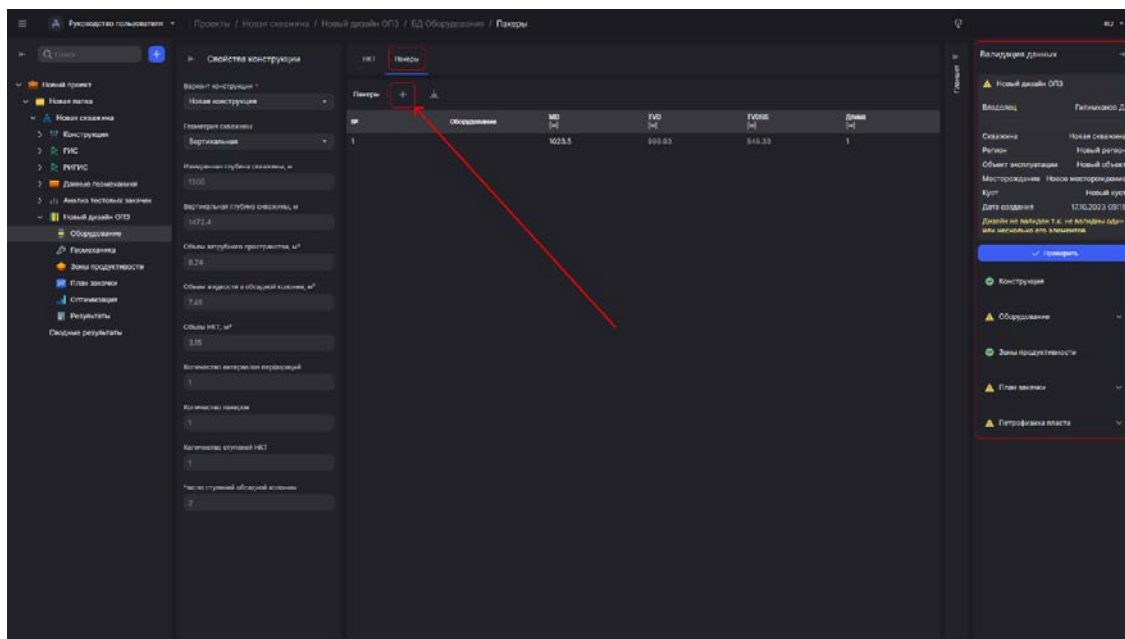


Рисунок 1.5 – Создание пакера

В открывшемся окне необходимо внести данные о пакере или выбрать из оборудования, которое было задано в «Реестре оборудования» (рисунок 1.6).

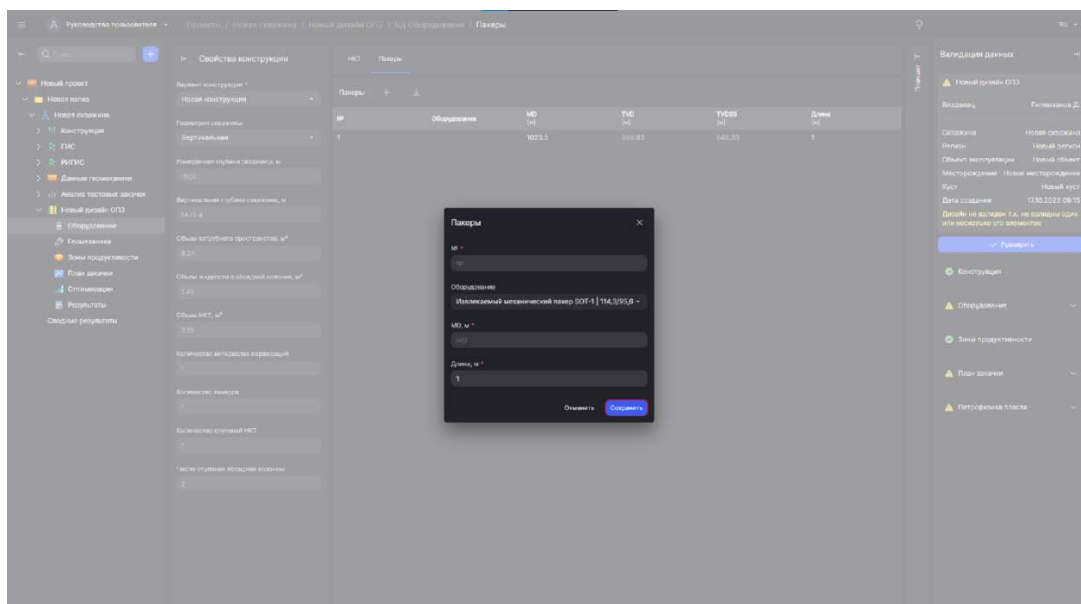


Рисунок 1.6 – Сохранение НКТ

На данном этапе работа с оборудованием считается завершенной.

## 1.2 Геомеханика

Для настройки геомеханики, применяемой в дизайне ОПЗ необходимо перейти в боковом меню проектов в созданном дизайне на страницу «Геомеханика» (рисунок 1.7).

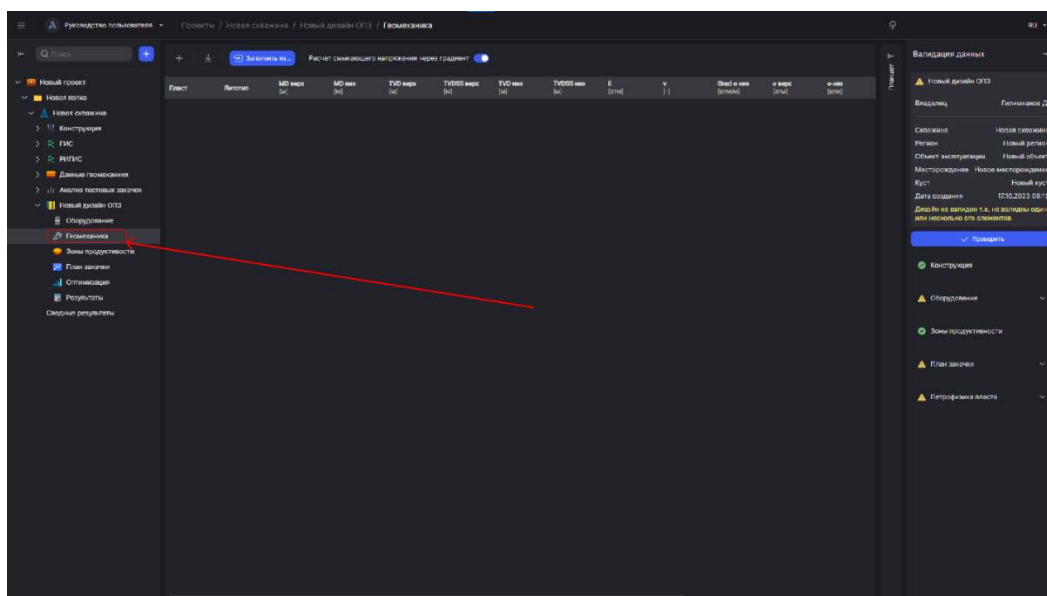


Рисунок 1.7 – Открытие геомеханики

В открывшемся окне необходимо заполнить данные геомеханики. Заполнение возможно, как из данных РИГИС, геомеханические свойства пород которых будут

заполнены из «Реестра литотипов» (рисунок 1.8), так и из данных геомеханики (рисунок 1.9). Также возможно изменение типа расчета смыкающего напряжения.

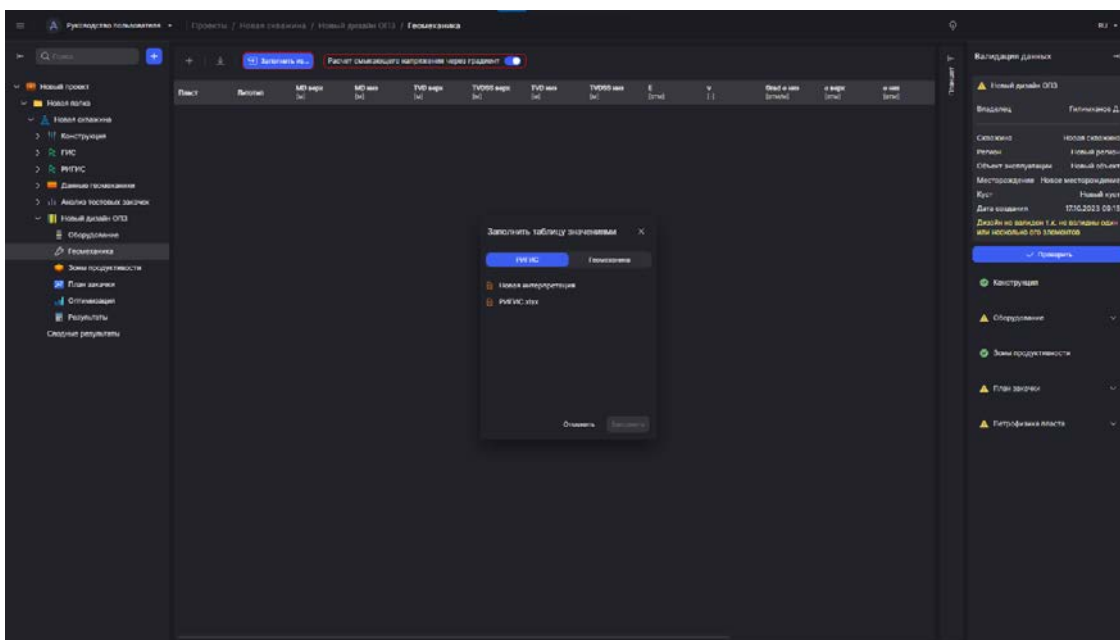


Рисунок 1.8 - Заполнение геомеханики из РИГИС

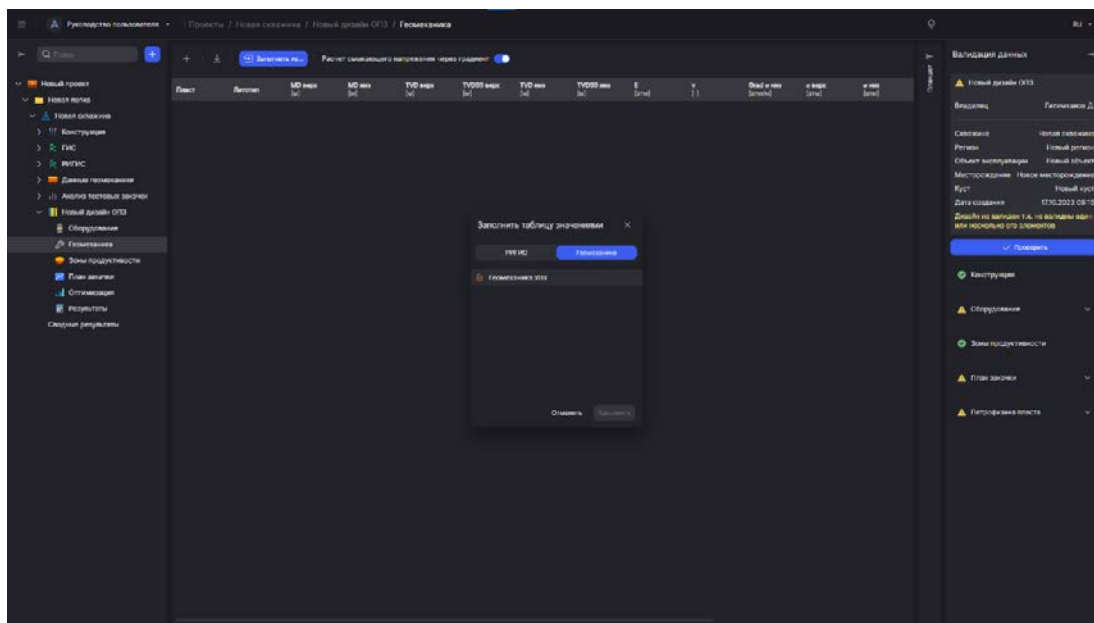


Рисунок 1.9 – Заполнение геомеханики из данных геомеханики

На данном этапе работа с геомеханикой считается завершенной.

### 1.3 Зоны продуктивности

Для настройки данных притока, применяемых в дизайне ОПЗ необходимо перейти в боковом меню проектов в созданном дизайне на страницу «Зоны продуктивности» (рисунок 1.10).

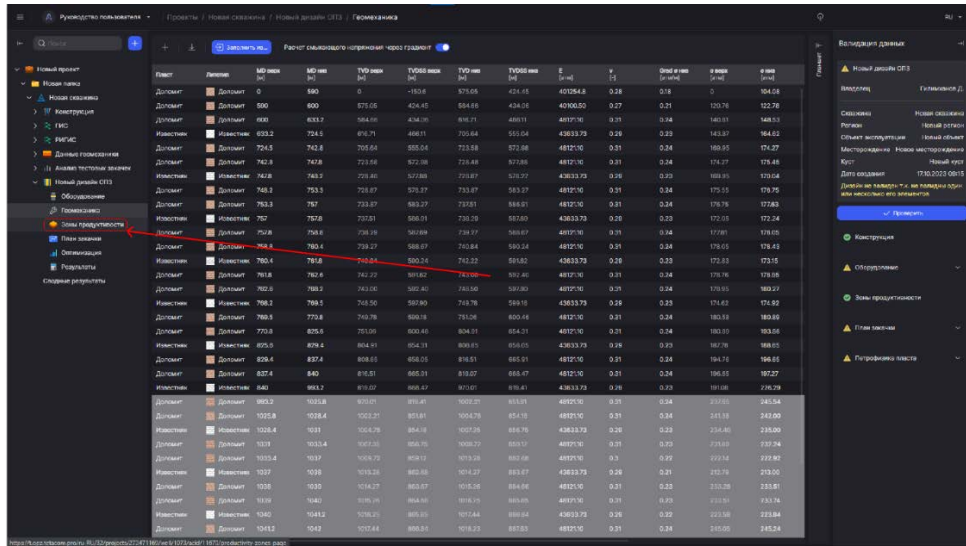


Рисунок 1.10 – Открытие зон продуктивности

В открывшемся окне необходимо заполнить данные петрофизики пласта путем выбора и загрузки РИГИС, либо заполнением вручную (рисунок 1.11).

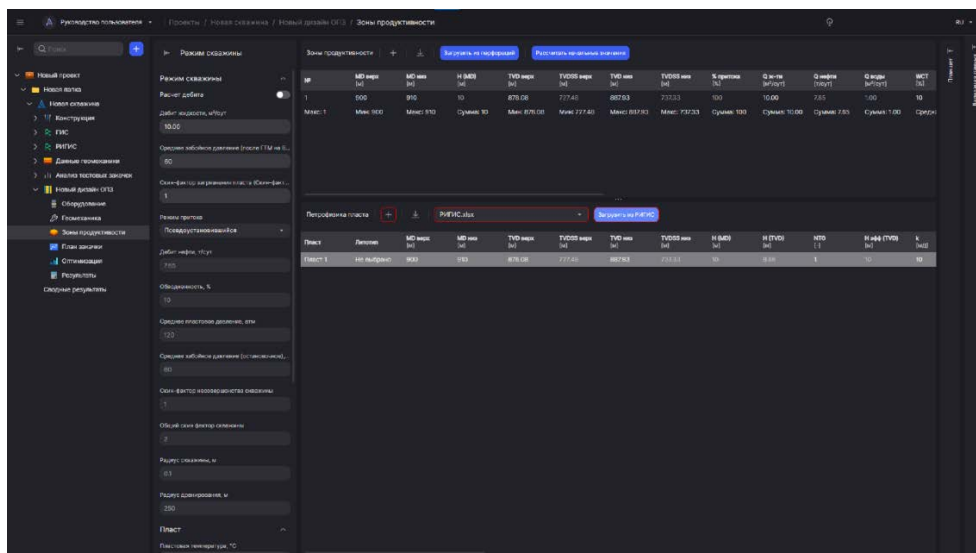


Рисунок 1.11 – Заполнение петрофизики пласта

Далее необходимо задать интервалы притока жидкости путем загрузки из перфорации или вручную и произвести редактирование параметров зоны продуктивности (рисунок 1.12).

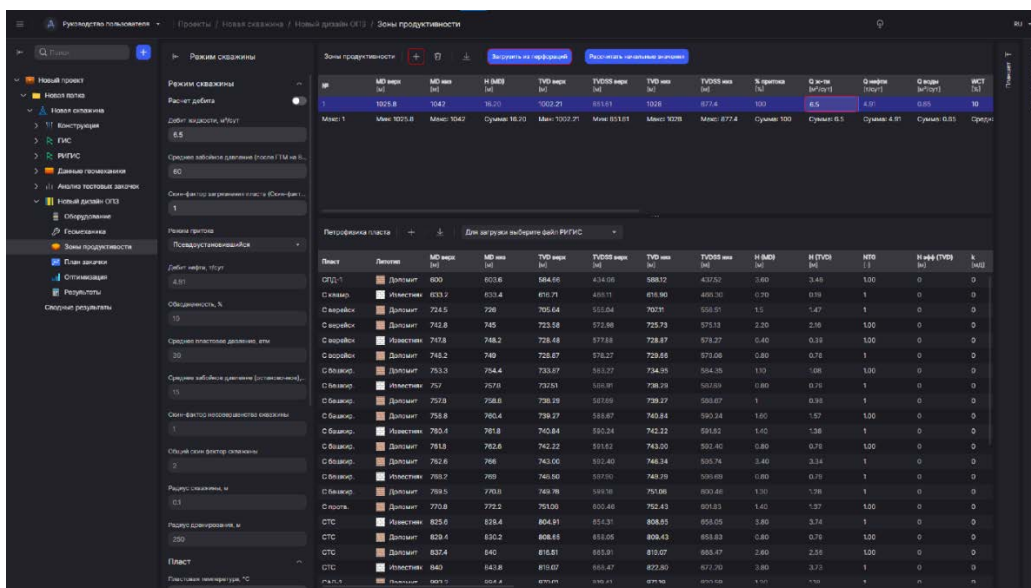


Рисунок 1.12 – Заполнение зоны продуктивности

Далее необходимо задать данные по режиму скважины (рисунок 1.13). Общий дебит по скважине будет пересчитан по всем зонам продуктивности согласно петрофизическим свойствам пласта.

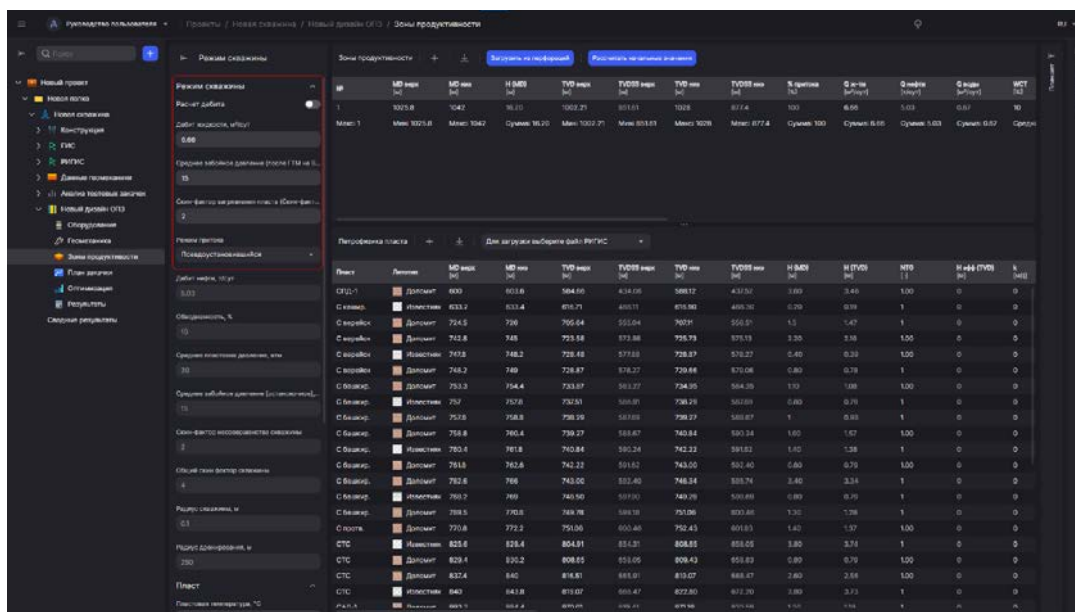


Рисунок 1.13 – Задание режима скважины

На данном этапе работа с зоной продуктивности считается завершенной.

## 1.4 План зачатки

Для настройки плана зачатки применяемого в дизайне ОПЗ необходимо перейти в боковом меню проектов в созданном дизайне на страницу «План зачатки (рисунок 1.14).

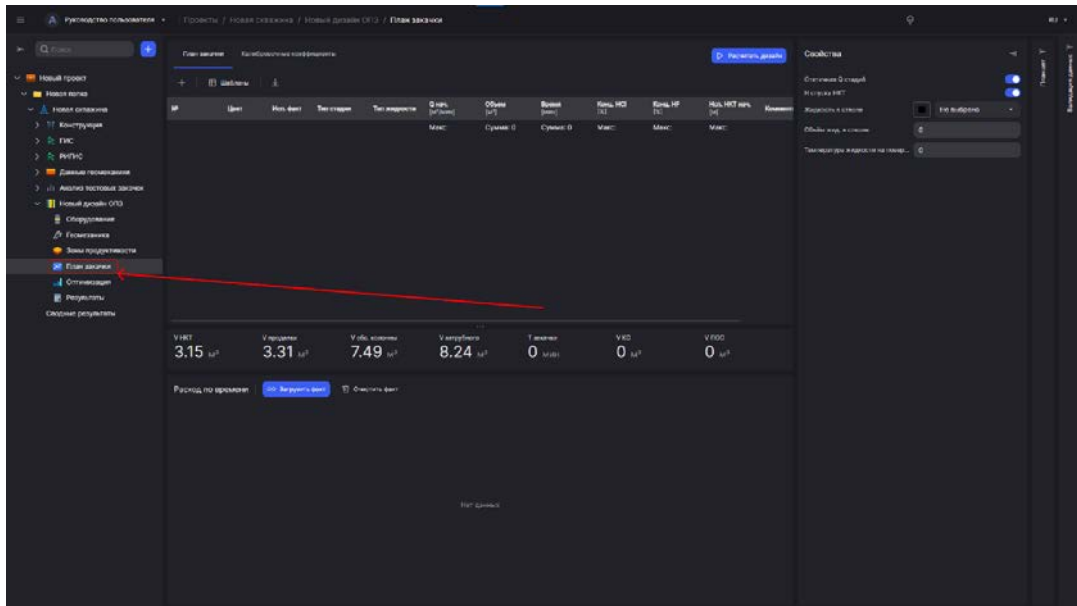


Рисунок 1.14 – Открытие плана зачатки

В открывшемся окне во вкладке «План зачатки» необходимо перейти в свойства и задать параметры плана зачатки: статичность расхода, статичность положения НКТ и параметры жидкости в стволе скважины (рисунок 1.15).

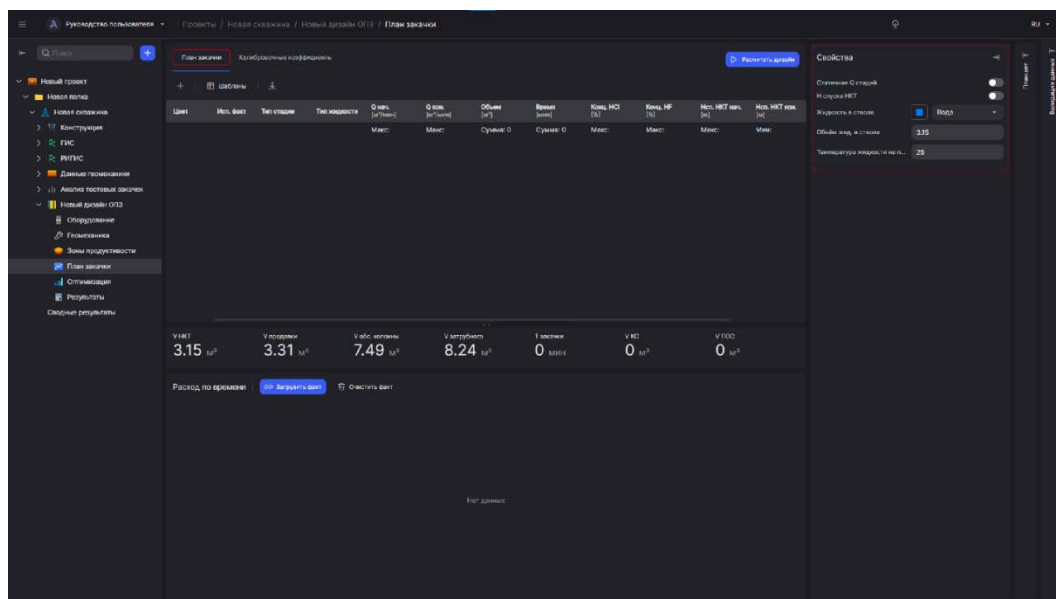


Рисунок 1.15 – Настройка свойств плана зачатки

Далее во вкладке «План заправки необходимо задать стадии плана заправки, в котором будут использованы реагенты из «Базы реагентов» (рисунок 1.16).

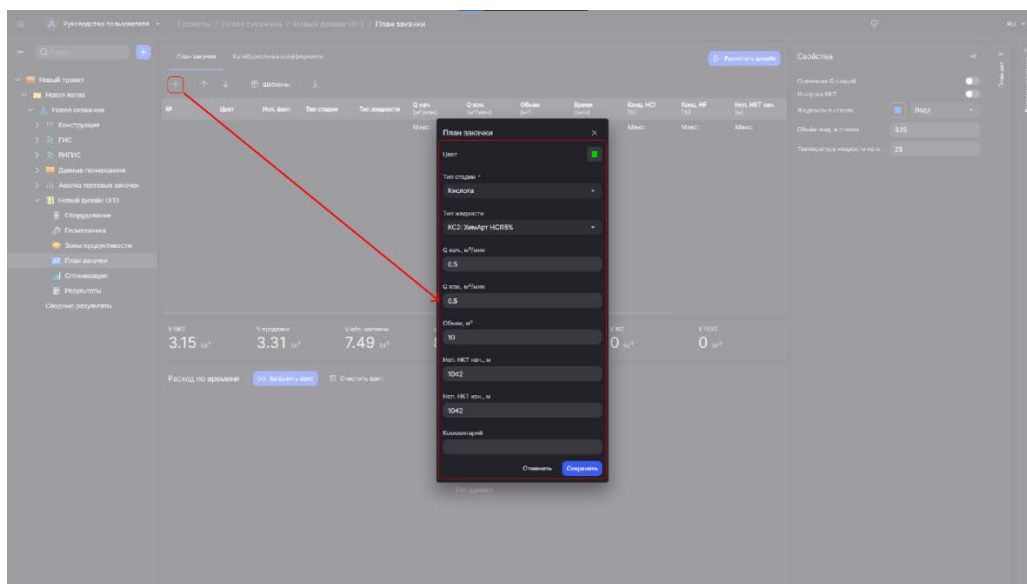


Рисунок 1.16 – Задание стадии плана заправки

Для использования цифрового модуля необходимо использовать осадкообразующий состав в плане заправки дизайна.

Если необходимо использовать новый осадкообразующий состав, его необходимо добавить в «Базу реагентов». Для этого через главное меню необходимо перейти в «Базу реагентов». Далее на открывшейся странице можно увидеть пять вкладок: «Реология», «Кинетика реакции», «Фильтрационные исследования», «Совместимость и стабильность КС», «Карты трения». В открывшейся базе возможно использование системных реагентов, а также возможно добавление реагентов компании (рисунок 1.17).

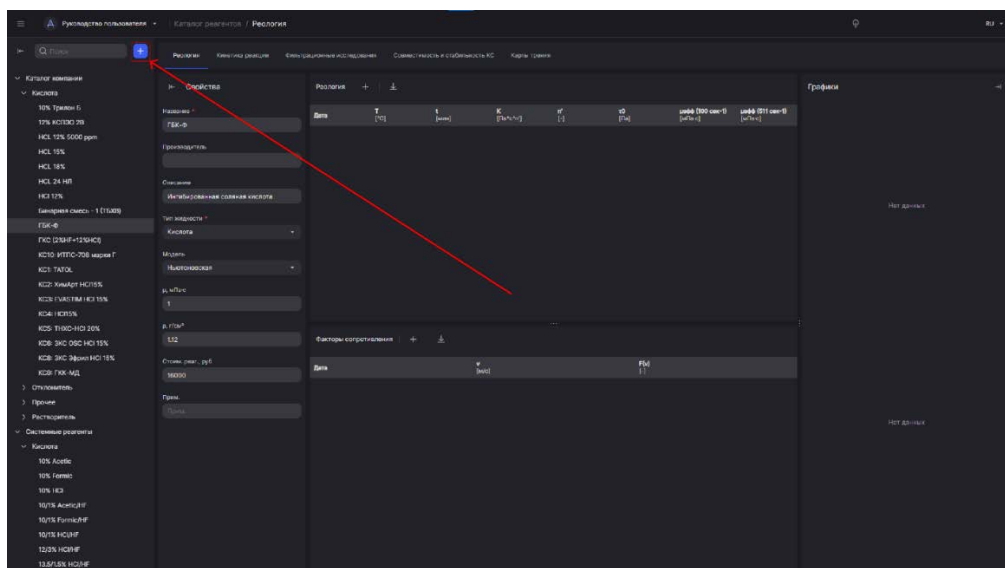


Рисунок 1.17 – Добавление реагента

В открывшемся окне необходимо задать тип осадкообразующего состава и его основные параметры (рисунок 1.18).

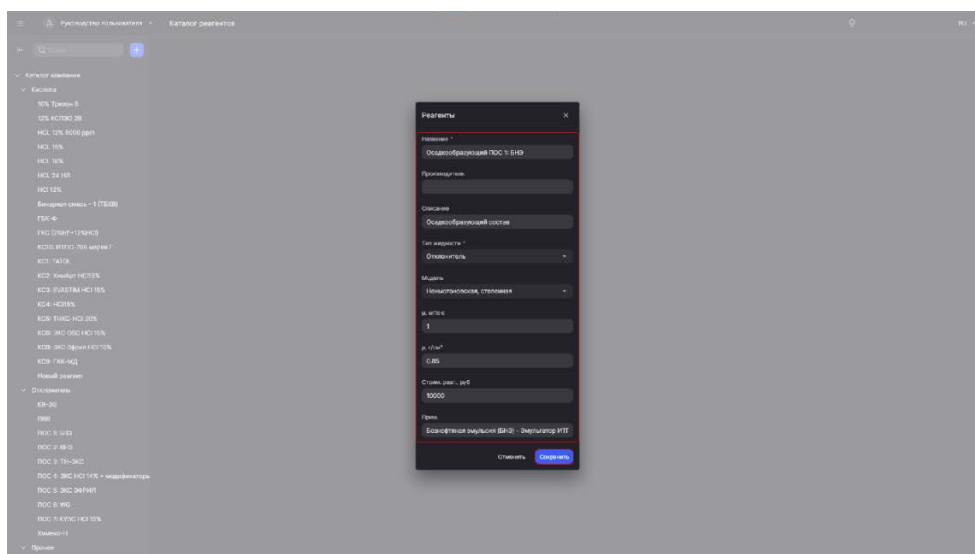


Рисунок 1.18 – Сохранение осадкообразующего состава

Во вкладке «Реология» возможно добавление данных реологических исследований состава (рисунок 1.19).

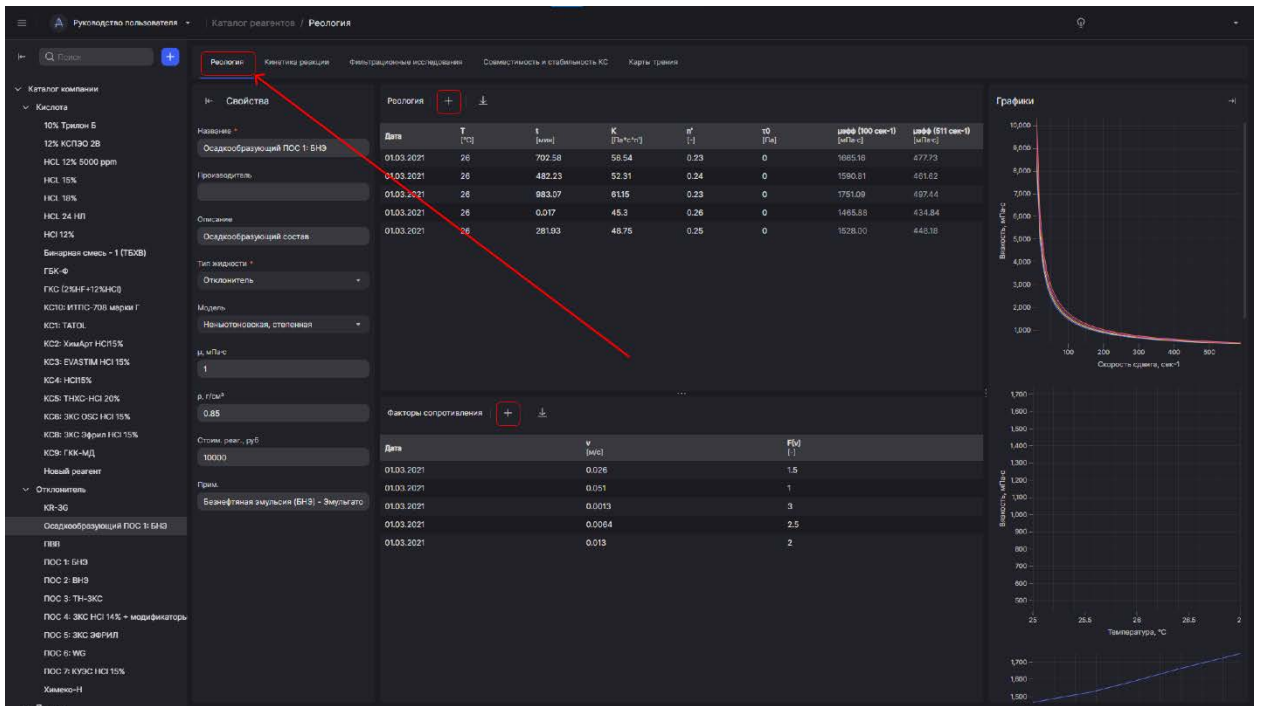


Рисунок 1.19 - Добавление реологии состава

Во вкладке «Карты трения» необходимо добавить данные лабораторных исследований потерь давления при движении состава (рисунок 1.20).

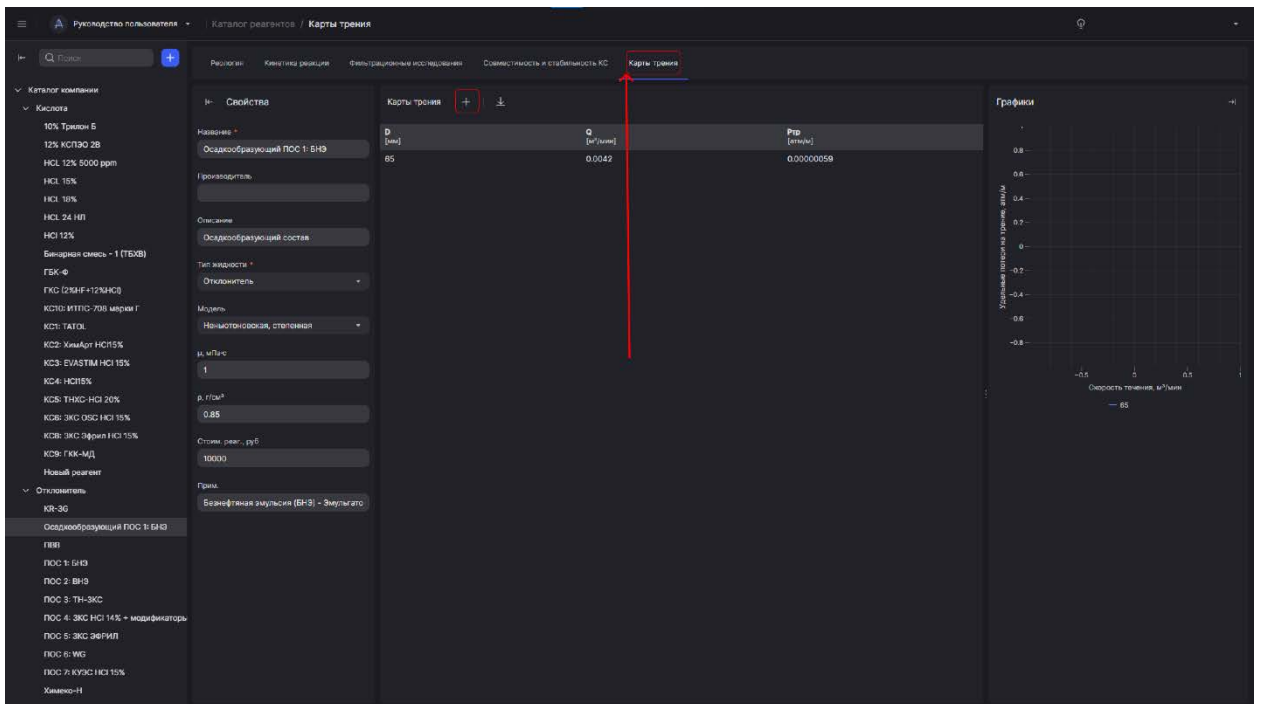


Рисунок 1.20 – Учет потерь на трение при движении реагента



## 2 Цифровой модуль проектирования ОПЗ с применением гидромониторной насадки

Для создания и проектирования нового дизайна ОПЗ в боковом меню проектов необходимо нажать ПКМ на созданную скважину. В открывшемся окне необходимо выбрать «Создать дизайн ОПЗ» (рисунок 1.6).

Необходимо ввести название и сохранить дизайн ОПЗ (рисунок 1.7). На данном этапе дизайн считается созданным и готовым к дальнейшим настройкам.

Далее необходимо выполнить действия, описанные в пунктах 1.1–1.5. При настройке модели необходимо указать тип модели закачки «Гидромониторная насадка» (рисунок 2.1).

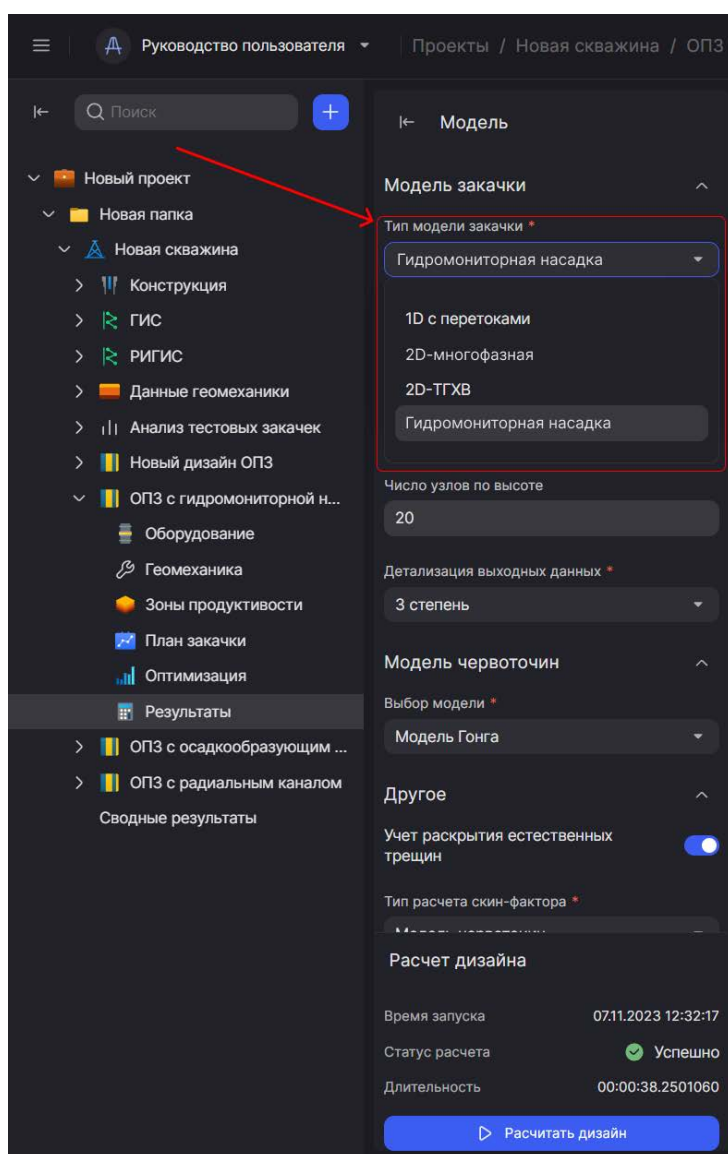


Рисунок 2.1 – Выбор модели закачки

Для моделирования процесса ОПЗ с гидромониторной насадкой важно учитывать движение ГНКТ в процессе ОПЗ. Для этого функционал таблицы «Плана закачки» содержит два столбца: «Начальная глубина спуска НКТ» и «Конечная глубина спуска НКТ». Таким образом, в процессе моделирования НКТ будет перемещаться от одной глубины до другой в течение времени закачки по каждой стадии плана закачки (рисунок 2.2).

№	Цвет	Тип стадии	Тип жидкости	Q нач. [м³/мин]	Объем [м³]	Время [мин]	Конц. НСИ [%]	Нсп. НКТ нач. [м]	Нсп. НКТ кон. [м]	Комментарий
1	■	Кислота	КСЗ: EVASTIM HCl 15%	0.1	50	500	15	1370	1270	
2	■	Продавка	Вода	0.1	5	50	0	1270	1270	
				Макс: 0.1	Сумма: 55	Сумма: 550	Макс: 15	Макс: 1370	Мин: 1270	

Рисунок 2.2 – Расширенная реализация таблицы плана закачки для учета движения ГНКТ с гидромониторной насадкой

Для отображения результатов моделирования ОПЗ с применением гидромониторной насадки реализованы следующие типы графиков:

- радиус проникновения жидкости в пласт (водонасыщенность, рисунок 2.3);
- концентрация кислоты в пласте (рисунок 2.4);
- радиус растворения породы открытого ствола скважины (рисунок 2.5);
- дебит нефти до и после гидромониторной обработки (рисунок 2.6).

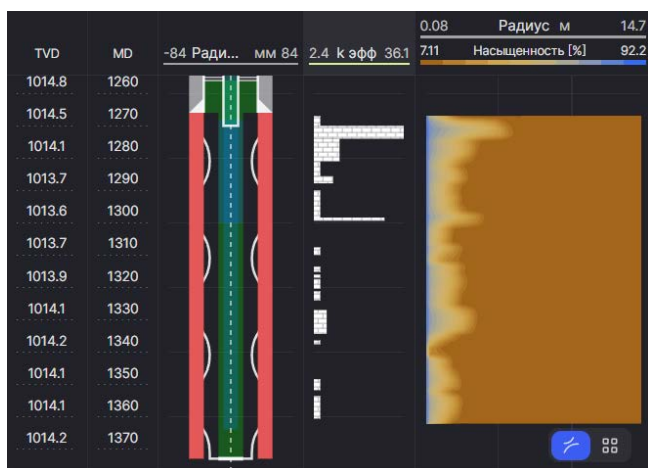


Рисунок 2.3 – Радиус проникновения жидкости в пласт (водонасыщенность)

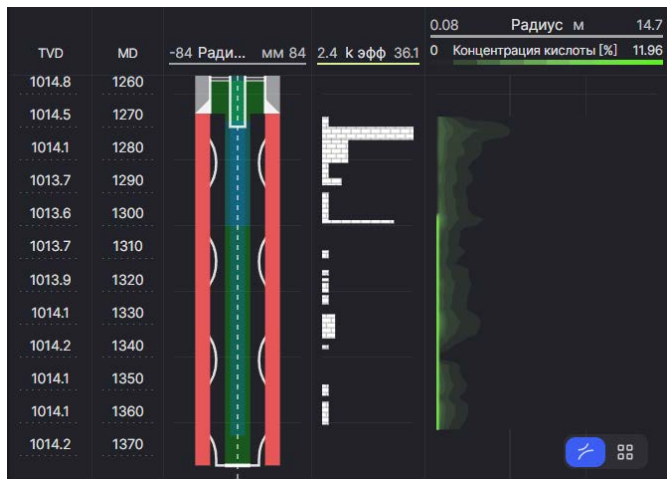


Рисунок 2.4 – Остаточная концентрация кислоты в пласте

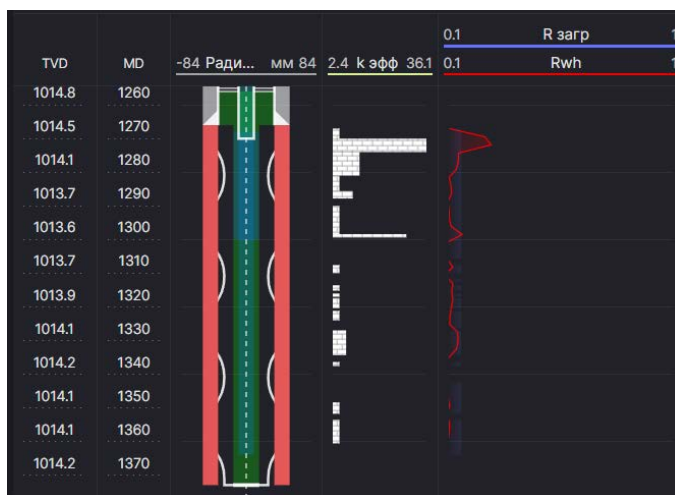


Рисунок 2.5 – Радиус растворения породы открытого ствола скважины



Рисунок 2.6 – Дебит нефти до и после гидромониторной обработки

### 3 Программный модуль для моделирования эволюции прискважинной зоны в процессе

Для перехода в модуль необходимо открыть боковое меню, нажав на кнопку, расположенную в левом верхнем углу экрана (рисунок 3.1).

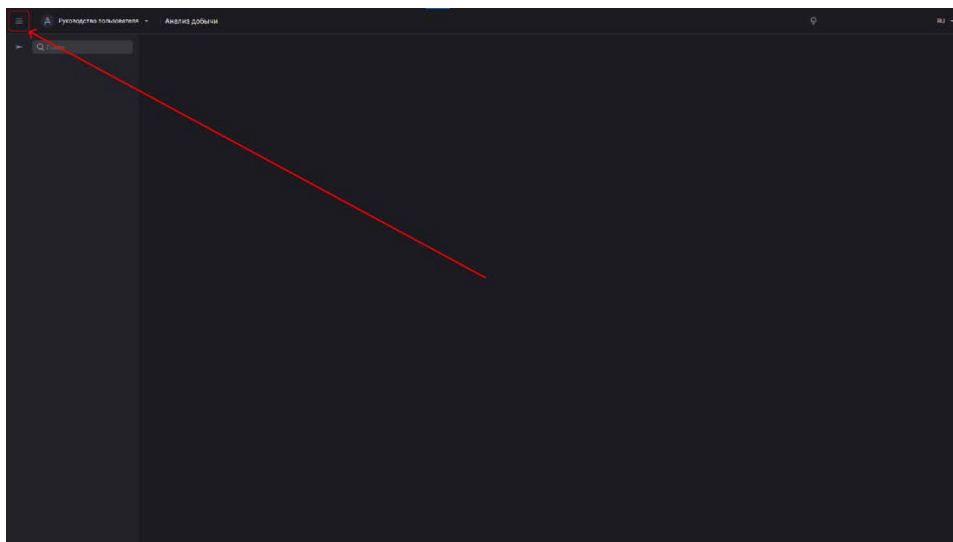


Рисунок 3.1 – Открытие бокового меню

В открывшемся боковом меню для перехода необходимо выбрать «Анализ добычи» (рисунок 3.2).

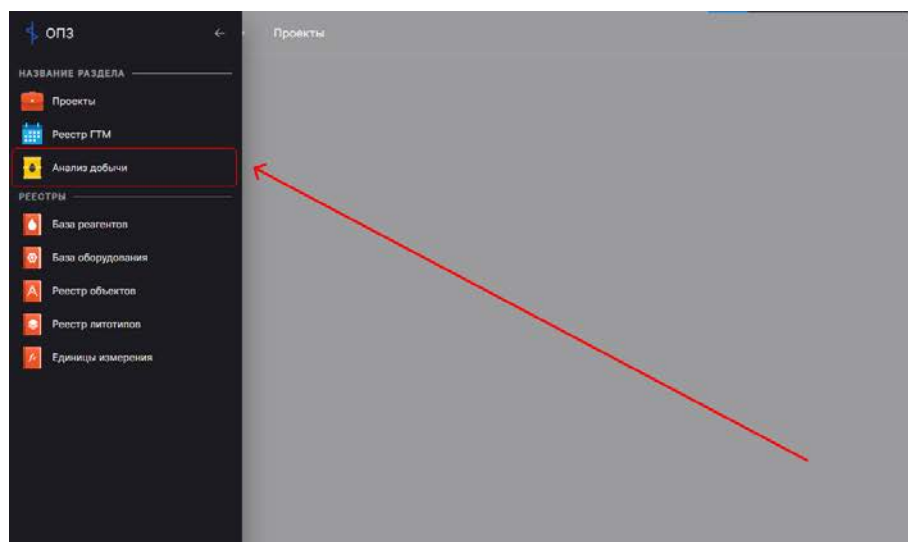
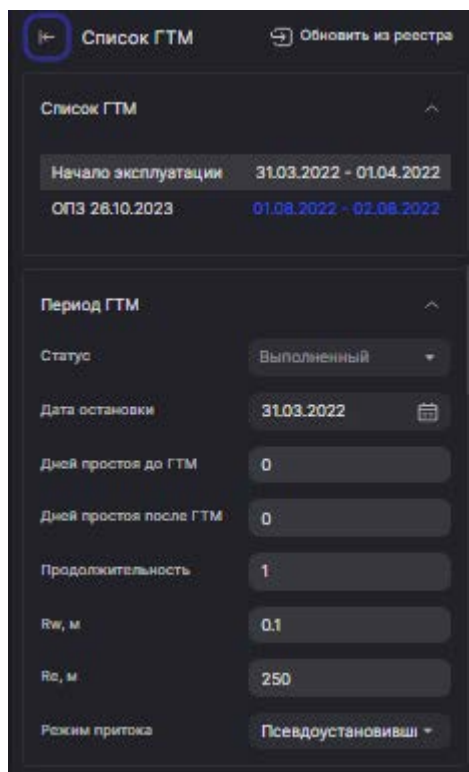


Рисунок 3.2 – Выбор раздела «Анализ добычи»

В раскрывшемся слева списке необходимо выбрать скважину, для которой требуется провести анализ добычи (рисунок 3.3).



В списке ГТМ создается «Начало эксплуатации» как проведенный ГТМ, а также планируемый ОПЗ. Для каждого необходимо выставить периоды (рисунок 3.6).



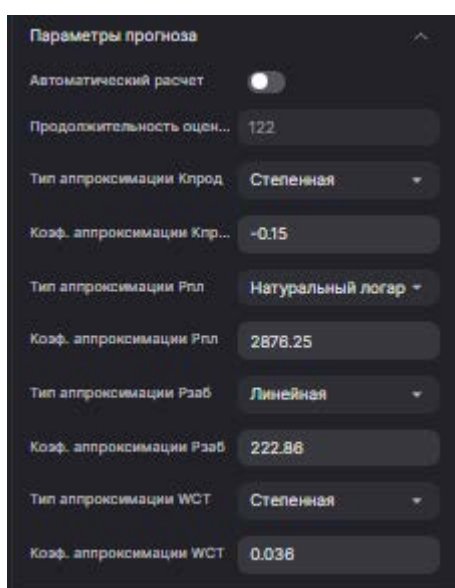
Список ГТМ	
Начало эксплуатации	31.03.2022 - 01.04.2022
ОПЗ 26.10.2023	01.08.2022 - 02.08.2022

Период ГТМ	
Статус	Выполненный
Дата остановки	31.03.2022
Дней простоя до ГТМ	0
Дней простоя после ГТМ	0
Продолжительность	1
Rw, м	0.1
Rd, м	250
Режим притока	Псевдоустановивши

Рисунок 3.6 – Период ГТМ

По фактическим данным строятся тренды (расчетные линии) (рисунок 3.8). Для этого требуется выбрать тип аппроксимации (рисунок 3.7).



Параметры прогноза	
Автоматический расчет	<input checked="" type="checkbox"/>
Продолжительность оцен...	122
Тип аппроксимации Кпрод	Степенная
Коэф. аппроксимации Кпр...	-0.15
Тип аппроксимации Рпл	Натуральный логар
Коэф. аппроксимации Рпл	2876.25
Тип аппроксимации Рзаб	Линейная
Коэф. аппроксимации Рзаб	222.86
Тип аппроксимации WCT	Степенная
Коэф. аппроксимации WCT	0.036

Рисунок 3.7 – Параметры прогноза

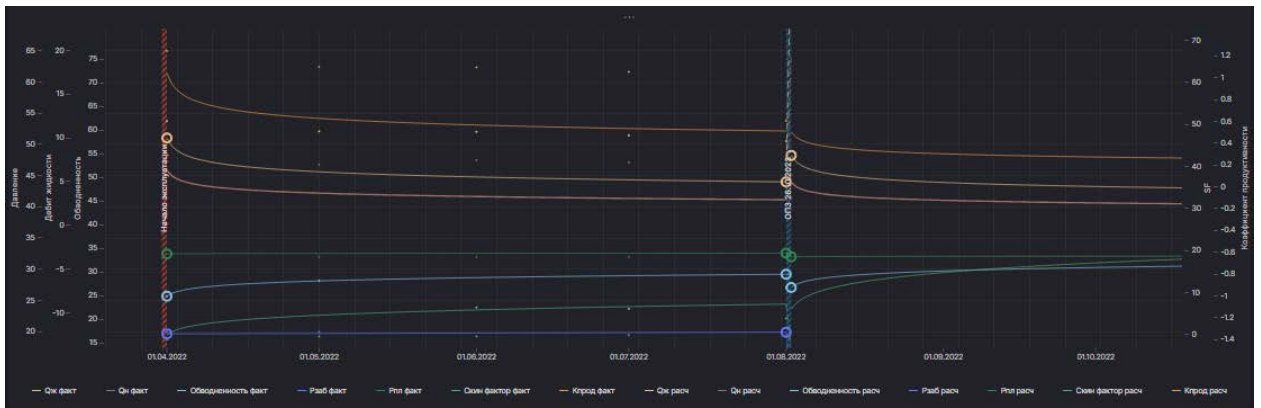


Рисунок 3.8 – График анализа добычи

Корректировку остановочных параметров и параметров после ГТМ можно осуществлять как подбором значений вручную (рисунок 3.9), так и на самом графике (рисунок 3.8). Остановочные параметры и параметры после ГТМ для начала эксплуатации должны быть одинаковы.

Остановочные параметры

Q ж-ти до, м³/сут	10
Q н. до, т/сут	6.310956
WСТ, %	24.87
ρ нефти, г/см³	0.84
P заб. до, атм	19.68
P пл. до, атм	32.47
P мас., атм	34
Sf до, -	0

Рисунок 3.9 – График анализа добычи

Типы и коэффициенты аппроксимации для начала эксплуатации и запланированного ГТМ должны быть одинаковы для соответствующих параметров для осуществления корректного прогноза.

Имеется возможность ввести необходимые параметры в разделе «Экономика» для расчета прогнозных экономических параметров (рисунки 3.10–3.11).

Экономика	
Использовать НДС	<input checked="" type="checkbox"/>
КУ	0.97
КД	0.1
ОНП, %	0.2
ОИММ, %	0
ЗКС, руб	0
ЗТРС, руб	1272371
ЗВР, руб	0
ЗМН, руб	900000
ЗР, руб	0
ЗОВ, руб	0
НДПМ, руб/т	19882.1
ЦПН, руб/т	1918.3
ПЭК, руб	23.07
ПЭК, руб	94.54

Рисунок 3.10 – Экономические параметры

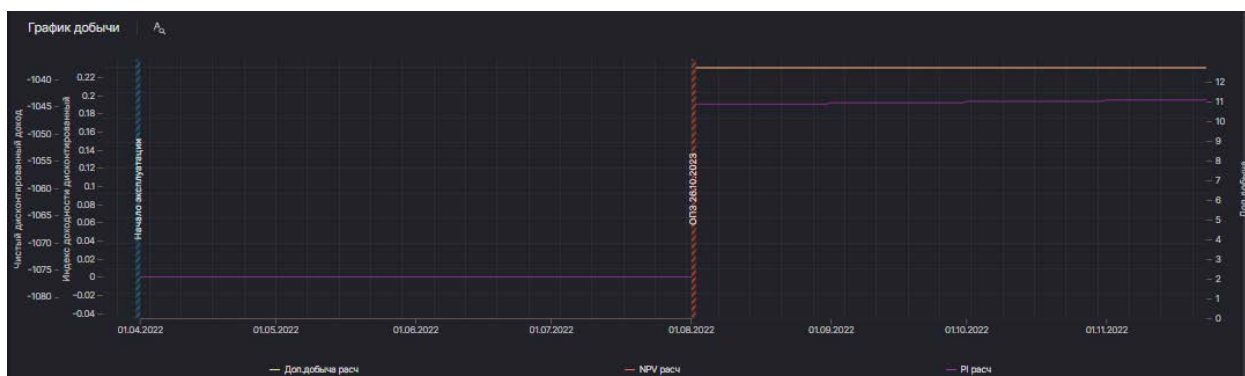


Рисунок 3.11 – График экономических параметров

После выполнения всех необходимых действий предоставлена возможность выгрузить данные в дизайн и сразу перейти к этому дизайну (рисунок 3.12).

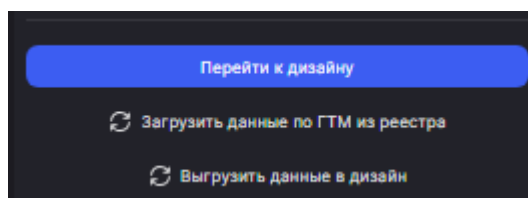


Рисунок 3.12 – Выгрузка данных и переход в дизайн

Если необходимо добавить ранее проведенные ГТМ на скважине, нужно их предварительно добавить в «Реестр ГТМ», нажать на кнопку «Обновить из реестра» (рисунок 3.13), после чего выбрать «Синхронизировать все ГТМ» либо «Синхронизировать недостающие ГТМ».

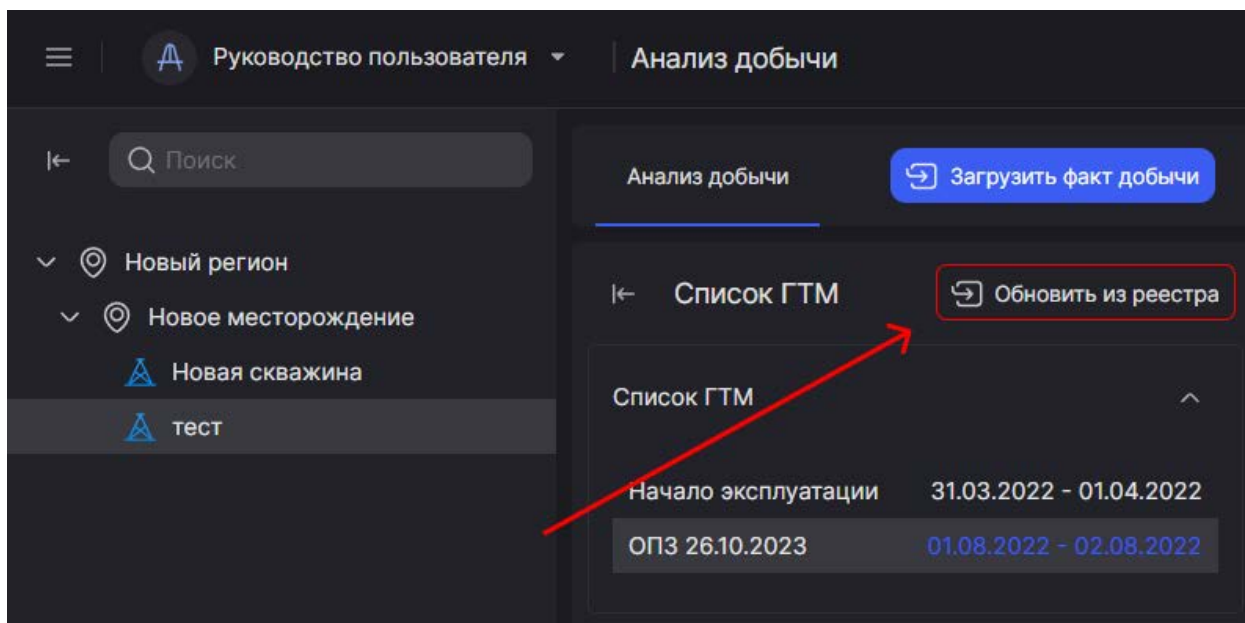


Рисунок 3.13 – Обновление из реестра ГТМ

Для перехода в раздел «Реестр ГТМ» необходимо открыть боковое меню, нажав на кнопку, расположенную в левом верхнем углу экрана (рисунок 3.14).

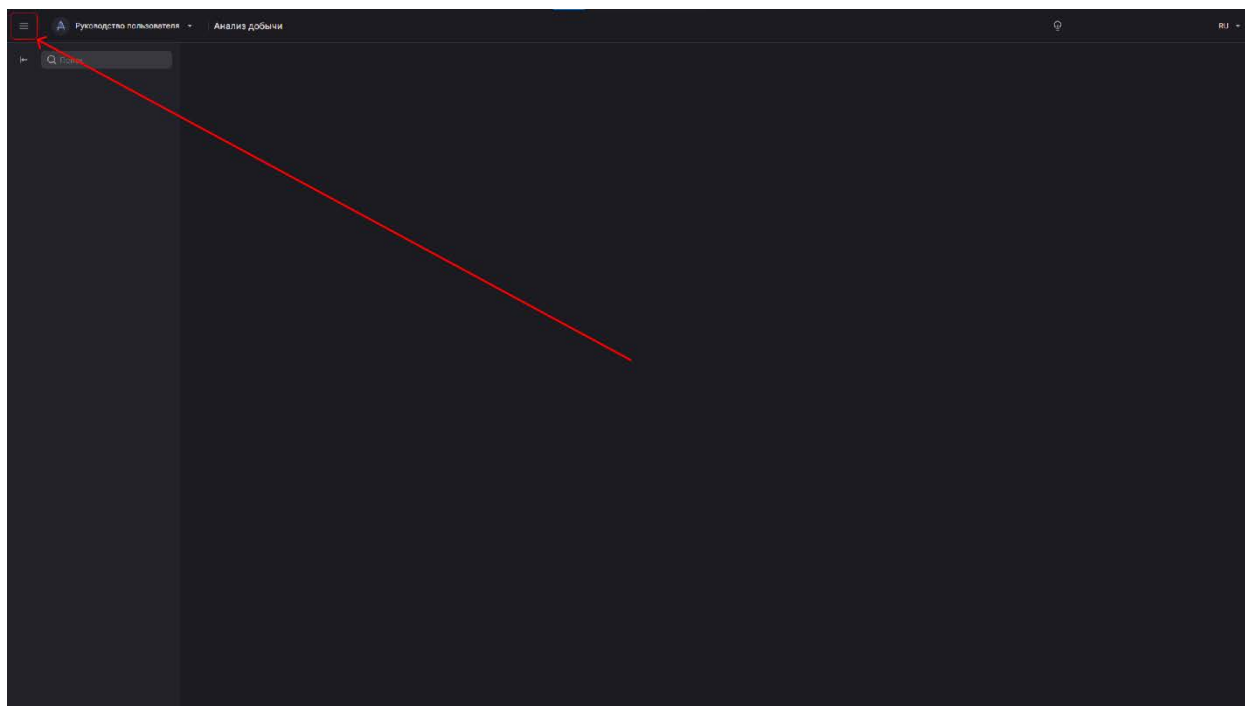


Рисунок 3.14 – Открытие бокового меню

В открывшемся боковом меню для перехода необходимо выбрать «Реестр ГТМ» (рисунок 3.15).

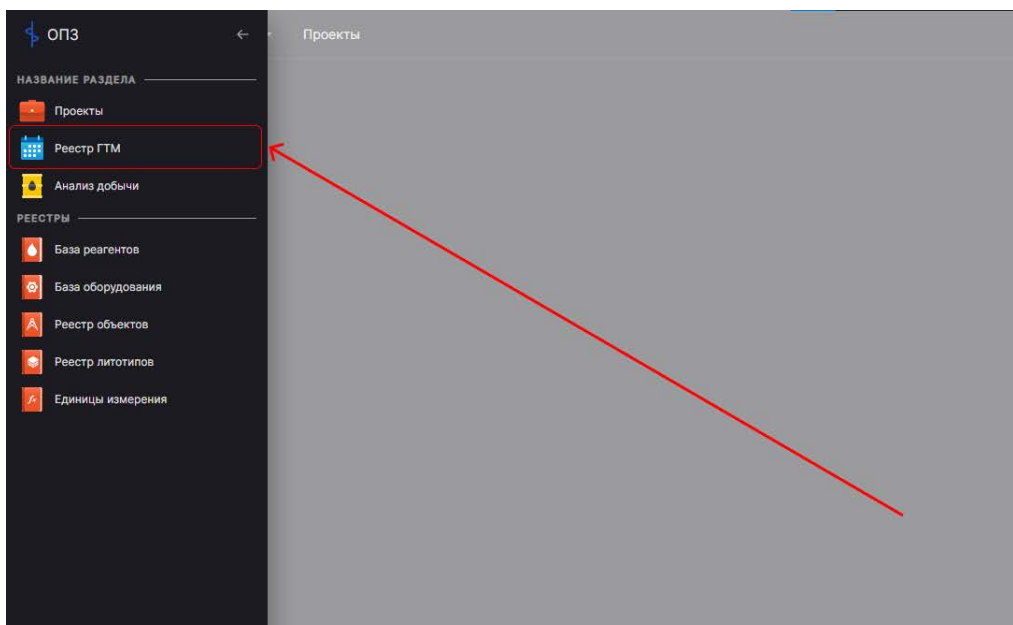


Рисунок 3.15 – Выбор раздела «Реестр ГТМ»

В данном разделе содержатся информация о проведенных ГТМ (рисунок 3.16), а именно:

- общие данные (номер скважины и привязка кусту, ЦДНГ, объекту, месторождению и региону);
- данные о ГТМ (дата проведения, дата ВНР, технология, статус и ссылка на дизайн);
- режимы работы до и после ГТМ;
- объемы используемых жидкостей, показатели эффективности ГТМ.

 A screenshot of a data table titled 'Реестр ГТМ' (GTM Register). The table is organized into three main sections: 'Жидкости, объемы, стадии ГТМ' (Liquids, volumes, stages of GTH), 'Режимы работы после ГТМ' (Operating modes after GTH), and 'Показатели эффективности ГТМ' (GTH efficiency indicators). The table contains several rows of data with columns for various parameters such as well ID, liquid volume, temperature, and efficiency metrics.
 

ДР (гггг)	Режимы работы	Жидкости, объемы, стадии ГТМ			Режимы работы после ГТМ					Показатели эффективности ГТМ								
		V WC (м³)	V вода (м³)	V раств (м³)	Qr (м³/сут)	Qк (м³/сут)	Qн (т/сут)	WC (%)	Рабт (сут)	ДР (мм)	T макс (°C)	T мин (°C)	Pa (м)	Ra (м)	ΔQr (м³/сут)	ΔQк (м³/сут)	ΔQн (т/сут)	Срок до (д)
	Повыдающийся/понижающийся	0	0										250	0.1	0	0	0	
	Повыдающийся/понижающийся	0	0										250	0.1	0	0	0	
19.75	Повыдающийся/понижающийся	15.00	5.00		8.17	8.18	10.00	15	19.75				250	0.1	0	3.17	2.40	1
10.84	Повыдающийся/понижающийся	100	50		32.98	18.51	28.52	11.00	19.73				250	0.1	0	27.86	18.55	7.31
19.75	Повыдающийся/понижающийся	9.50	0		11.51	8.70	10	15	19.75				250	0.1	0	4.85	3.67	2
19.75	Повыдающийся/понижающийся	9.50	0		10.77	8.14	10	15	19.75				250	0.1	0	4.11	3.11	2

Рисунок 3.16 – Реестр ГТМ

Добавление и удаление объектов, а также экспорт результатов в Excel происходит аналогично прошлым разделам. Для дублирования элемента необходимо выбрать нужную строку и нажать на кнопку «Создать копию» (рисунок 3.17).

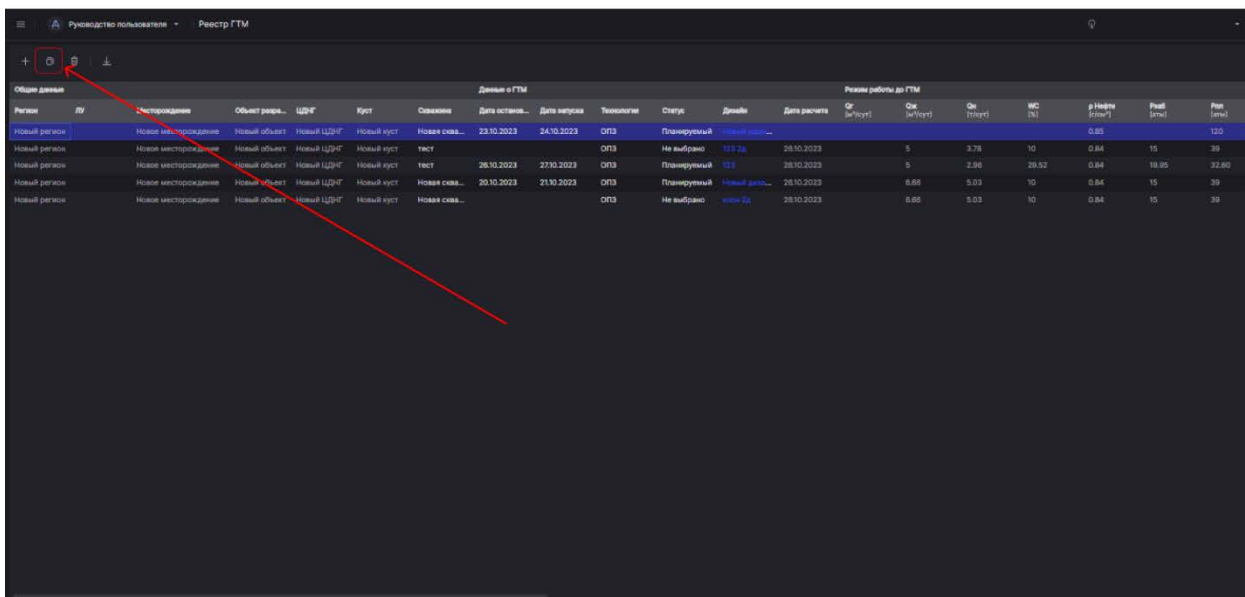


Рисунок 3.17 – Создание копии ГТМ

При создании ГТМ связывание с дизайном осуществляется выбором соответствующей скважины, дизайна, и нажатием на кнопку «Добавить ГТМ» (рисунки 3.18–3.19).

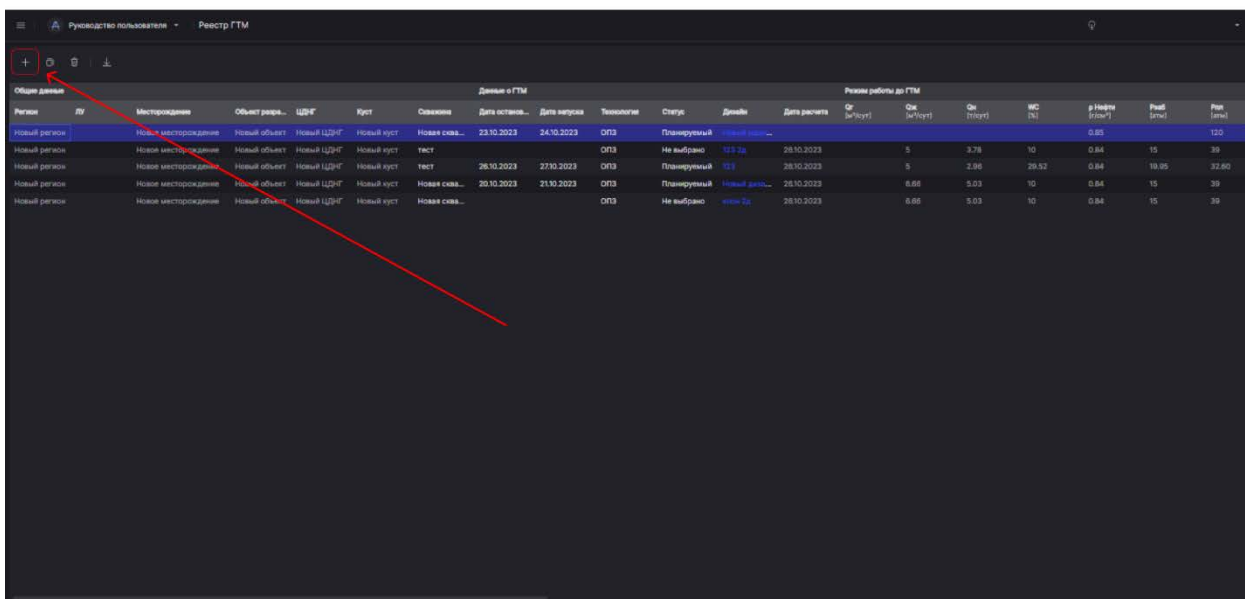


Рисунок 3.18 – Создание нового ГТМ

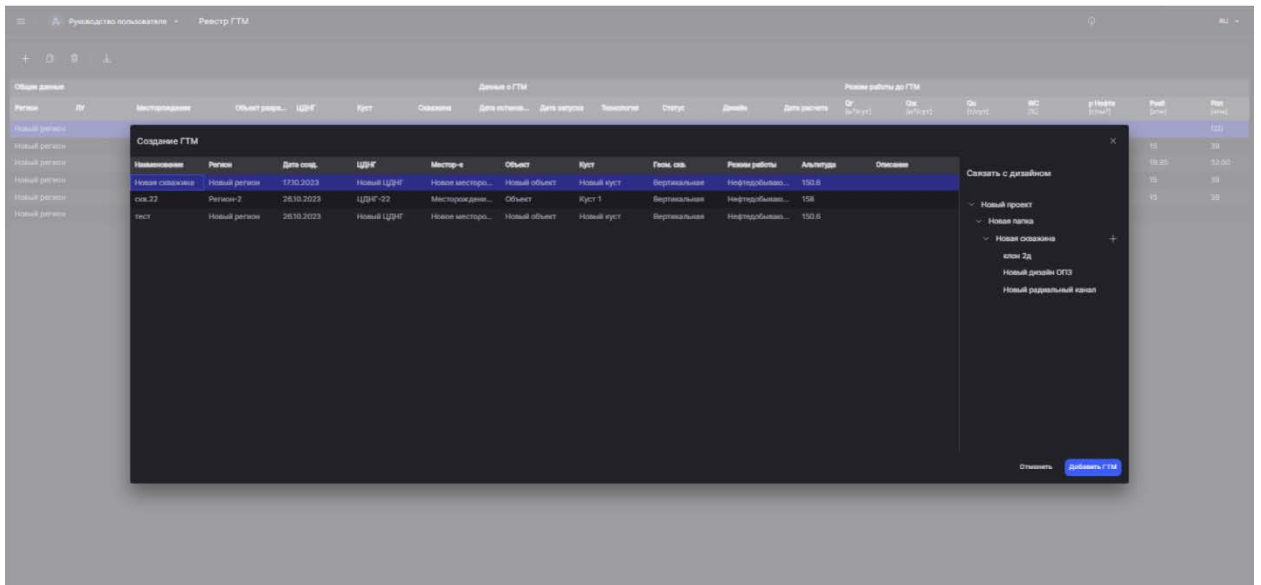


Рисунок 3.19 – Создание нового ГТМ и связывание с дизайном

#### 4 Цифровая модель прогнозирования, предупреждения и ликвидации осложнений в пласте

Для создания и проектирования нового дизайна ОПЗ с учетом кольматанта необходимо нажать ПКМ на скважину, выбрать «Создать дизайн ОПЗ», ввести название и сохранить дизайн ОПЗ (рисунок 1.7). Далее необходимо выполнить действия, описанные в пунктах 1.1–1.5.

Нажав ПКМ на созданный дизайн необходимо выбрать «Использовать учет кольматанта» (рисунок 4.1), после чего в дереве дизайна появится вкладка «Учет кольматанта».

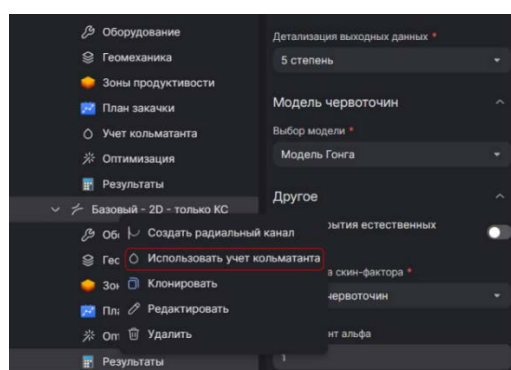


Рисунок 4.1 – Создание радиального канала в дизайне

Во вкладке «Учет кольматанта» имеются разделы «Параметры расчета», «Результаты расчета», «План закачки» и «График распределения кольматантов в пласте» (рисунок 4.2).

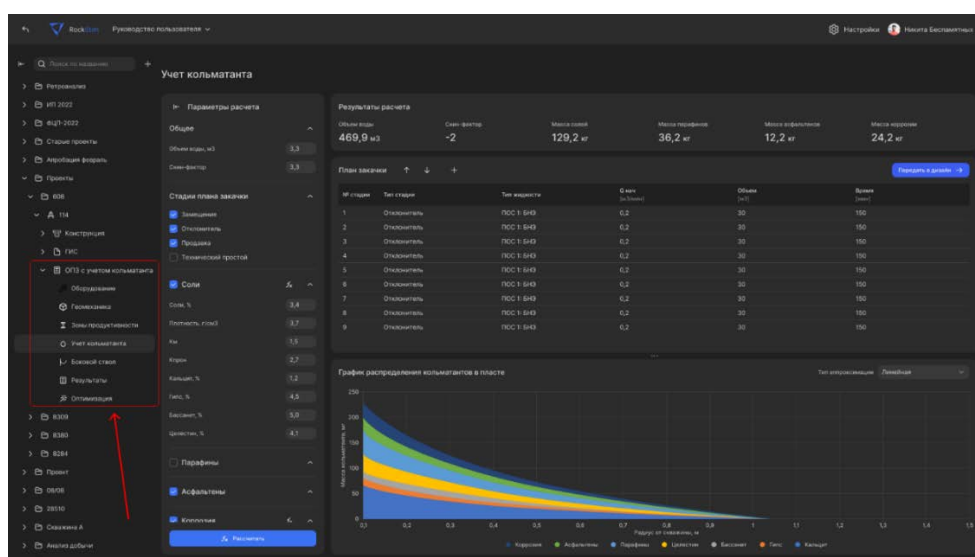
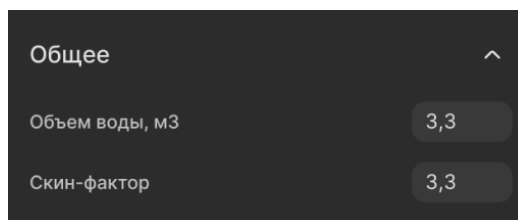


Рисунок 4.2 – Дизайн с учетом кольматанта

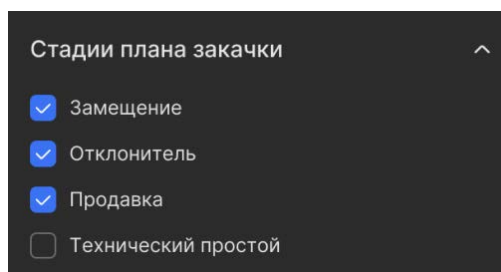
В параметрах расчета необходимо ввести объем закачанной воды и значение скин-фактора (рисунок 4.3).



Параметр	Значение
Объем воды, м3	3,3
Скин-фактор	3,3

Рисунок 4.3 – Ввод объема воды и скин-фактора

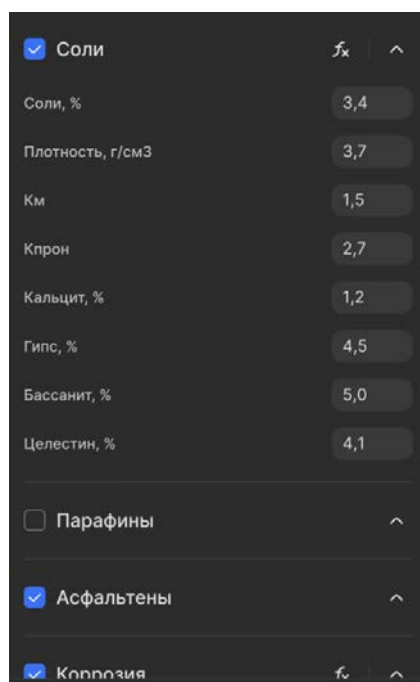
Далее требуется отметить стадии плана закачки, которые будут присутствовать в плане закачки (рисунок 4.4).



Стадия	Выбор
Замещение	<input checked="" type="checkbox"/>
Отклонитель	<input checked="" type="checkbox"/>
Продавка	<input checked="" type="checkbox"/>
Технический простой	<input type="checkbox"/>

Рисунок 4.4 – Стадии плана закачки

После этого нужно выбрать типы кольматантов, которые будут использоваться в расчете (рисунок 4.5).



Тип кольматанта	Выбор	Значение
Соли	<input checked="" type="checkbox"/>	3,4
Соли, %		3,4
Плотность, г/см3		3,7
Км		1,5
Кпрон		2,7
Кальцит, %		1,2
Гипс, %		4,5
Бассанит, %		5,0
Целестин, %		4,1
Парафины	<input type="checkbox"/>	
Асфальтены	<input checked="" type="checkbox"/>	
Коррозия	<input checked="" type="checkbox"/>	

Рисунок 4.5 – Выбор типов кольматанта

Для каждого типа кольматанта имеются параметры: плотность, коэффициент снижения проницаемости и коэффициент массы, которые вводятся только вручную (рисунок 4.6).

Плотность, г/см <sup>3</sup>	3,7
Км	1,5
Кпрон	2,7

Рисунок 4.6 – Ввод плотности, коэффициента массы и коэффициента снижения проницаемости

Для кольматанта «Соли» общую концентрацию, а также концентрацию кальцита, гипса, бассанита и целестина (рисунок 4.7) необходимо ввести вручную или рассчитать. Для расчета необходимо нажать на кнопку  $f_x$ , в открывшемся окне ввести все необходимые параметры и нажать на кнопку «Рассчитать» (рисунок 4.8).


<input checked="" type="checkbox"/> Соли	$f_x$ ^
Соли, %	3,4
Плотность, г/см <sup>3</sup>	3,7
Км	1,5
Кпрон	2,7
Кальцит, %	1,2
Гипс, %	4,5
Бассанит, %	5,0
Целестин, %	4,1

Рисунок 4.7 – Прогноз выпадения солей

Ион	Концентрация (мг/л)
Хлориды	2,4
Гидрокарбонаты	2,8
Сульфаты	4,5
Кальций	4,3
Магний	4,1
Натрий	1,1
Калий	3,7
Барий	2,7
Стронций	4,2
Ацетат	4,6
pH	5,0
Плотность (г/см <sup>3</sup> )	1,8

fx Рассчитать

Рисунок 4.8 – Прогноз выпадения солей

Для кольматанта «Коррозия» общая концентрация вводится или вручную, или рассчитывается аналогично кольматанту «Соли» через кнопку 

Для кольматантов «Парафины» и «Асфальтены» общая концентрация вводится только вручную.

После заполнения всех вышеперечисленных параметров нежно нажать на кнопку «Рассчитать», после чего будет заполнено автоматически поле «Результаты расчета» (рисунок 4.9).

Результаты расчета					
Объем воды	Скин-фактор	Масса солей	Масса парафинов	Масса асфальтенов	Масса коррозии
469,9 м <sup>3</sup>	-2	129,2 кг	36,2 кг	12,2 кг	24,2 кг

Рисунок 4.9 – Результаты расчета

После этого в «План закачки» автоматически добавятся стадии, необходимые для растворения всех кольматантов, а также отмеченные в параметрах расчета стадии (рисунок 4.10). План закачки можно скорректировать, добавляя и перемещая стадии. После этого

нужно нажать на кнопку «Передать в дизайн», после чего план закачки переместится в план закачки дизайна.

№ стадии	Тип стадии	Тип жидкости	Q нач [м³/мин]	Объем [м³]	Время [мин]
1	Отклонитель	ПОС 1: БНЗ	0,2	30	150
2	Отклонитель	ПОС 1: БНЗ	0,2	30	150
3	Отклонитель	ПОС 1: БНЗ	0,2	30	150
4	Отклонитель	ПОС 1: БНЗ	0,2	30	150
5	Отклонитель	ПОС 1: БНЗ	0,2	30	150
6	Отклонитель	ПОС 1: БНЗ	0,2	30	150
7	Отклонитель	ПОС 1: БНЗ	0,2	30	150
8	Отклонитель	ПОС 1: БНЗ	0,2	30	150
9	Отклонитель	ПОС 1: БНЗ	0,2	30	150

Рисунок 4.10 – План закачки

Также, после расчета масс кольматантов появится график распределения кольматантов в ПЗП (рисунок 4.11).

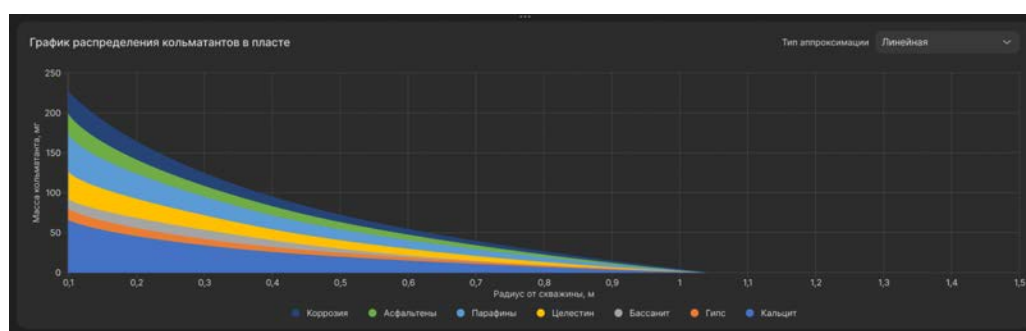


Рисунок 4.11 – График распределения кольматантов в пласте

## 5 Проектирование боковых стволов с последующей ОПЗ

Для создания и проектирования нового дизайна ОПЗ с радиальным каналом необходимо нажать ПКМ на скважину, выбрать «Создать дизайн ОПЗ», ввести название и сохранить дизайн ОПЗ (рисунок 1.7). Далее необходимо выполнить действия, описанные в пунктах 1.1–1.5.

Нажав ПКМ на созданный дизайн необходимо выбрать «Создать радиальный канал» (рисунок 5.1), после чего в дереве дизайна появится вкладка «Радиальный канал».

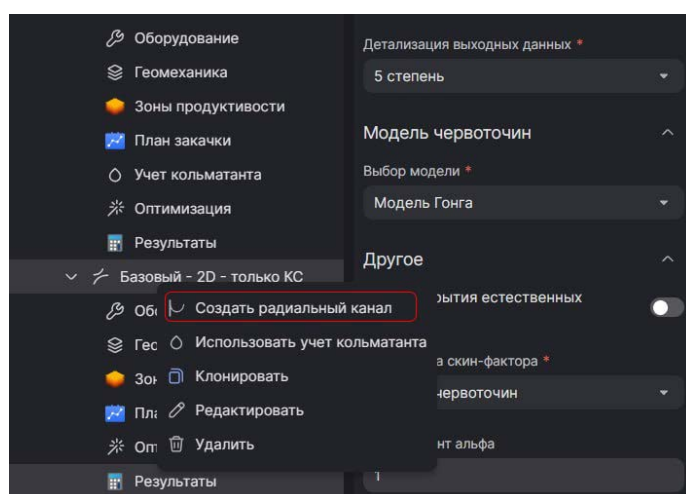


Рисунок 5.1 – Создание радиального канала в дизайне

Возможно задание траектории радиального канала как в ручном режиме, так и с помощью загрузчика (рисунок 5.2).

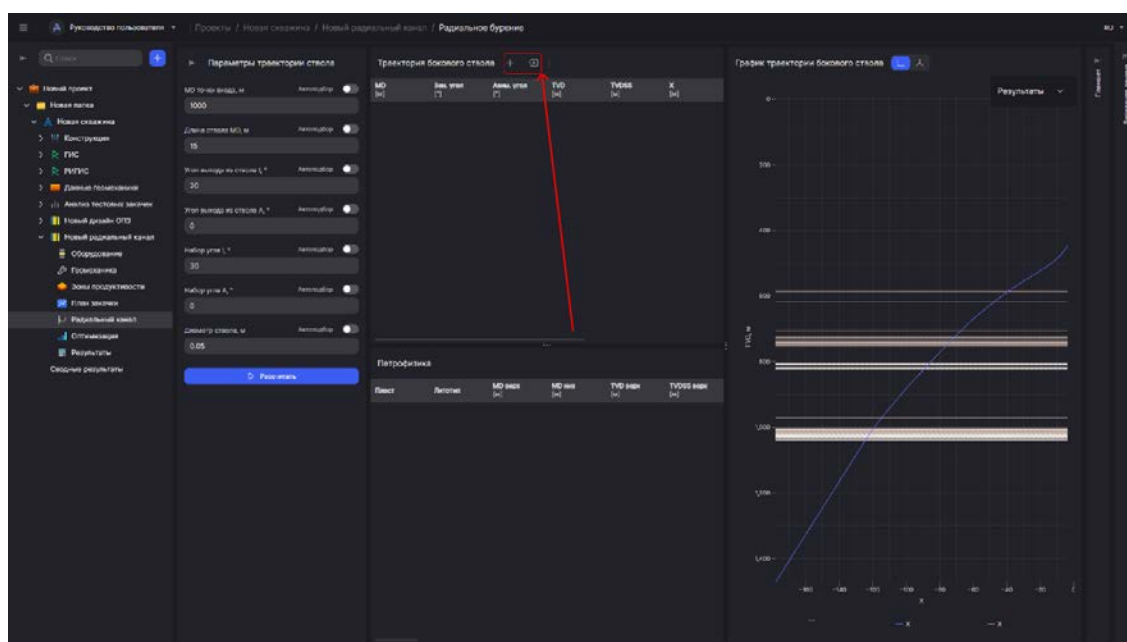


Рисунок 5.2 – Задание данных по радиальному каналу

В случае отсутствия данных возможно задание параметров траектории и последующий расчет (рисунок 5.3).

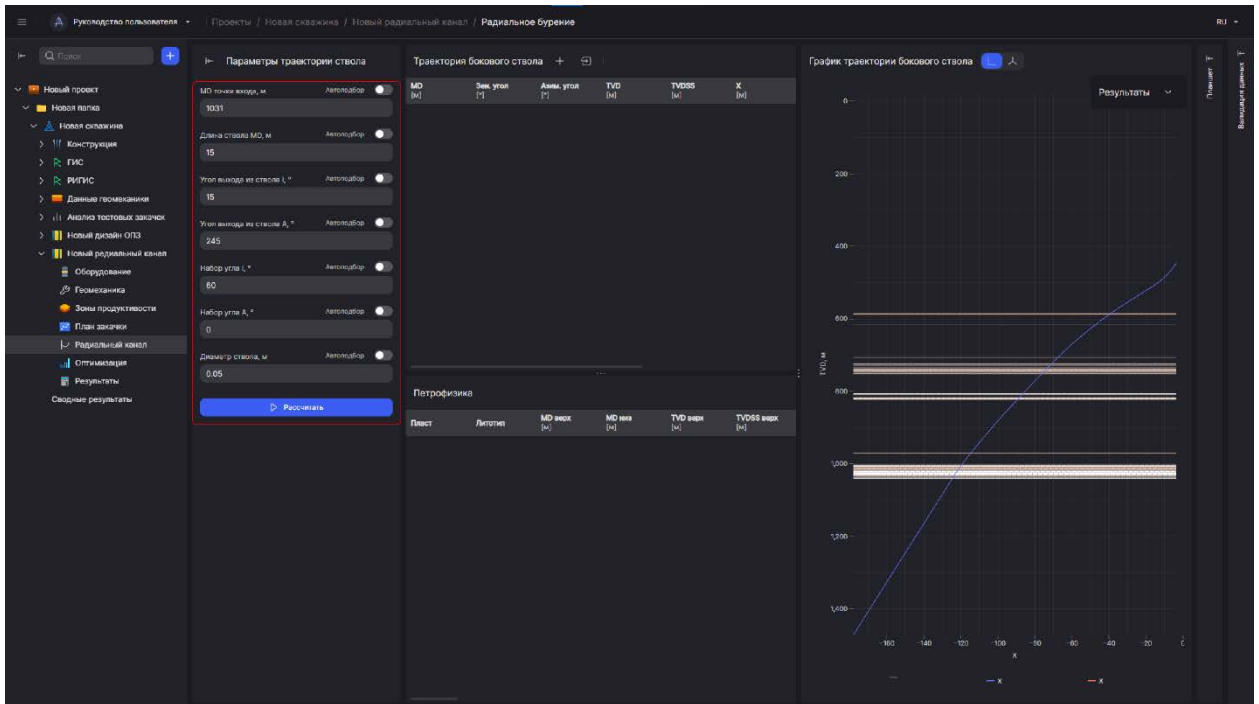


Рисунок 5.3 – Ввод параметров для расчета траектории радиального канала

После расчета отобразится траектория радиального канала, соответствующая петрофизика в зоне вскрытия и результаты (рисунки 5.4–5.5).

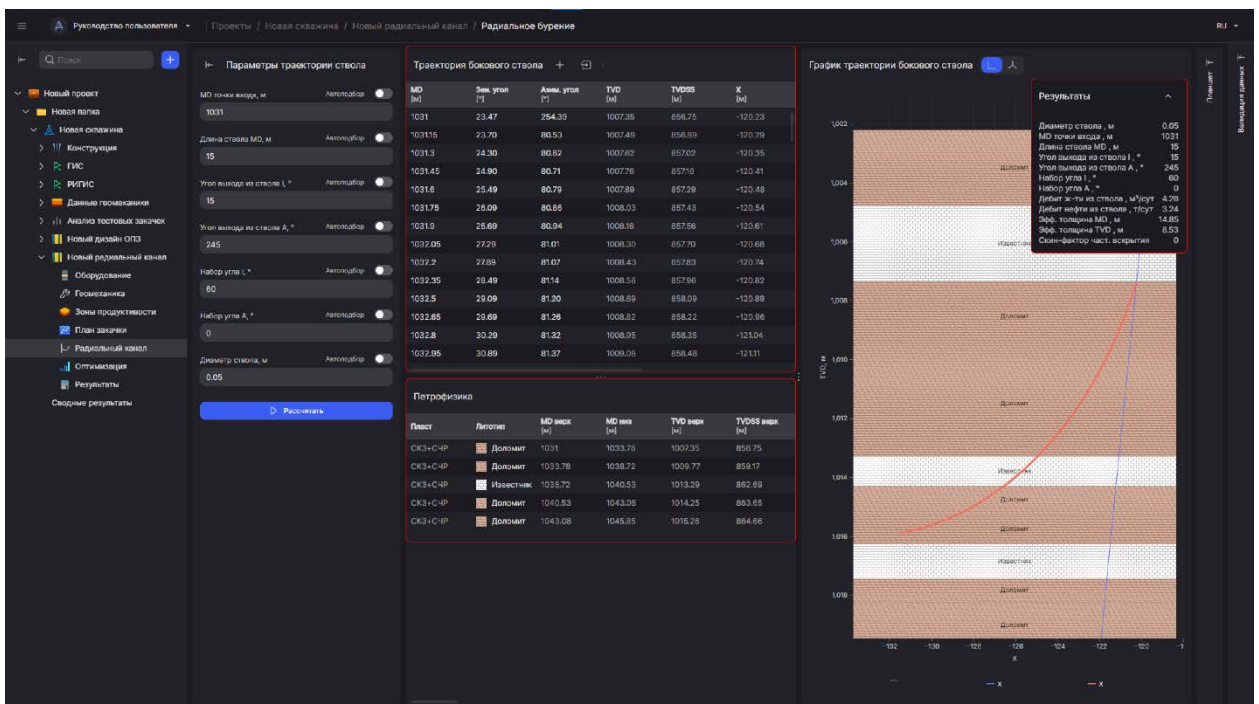


Рисунок 5.4 – Результаты по расчету траектории радиального канала

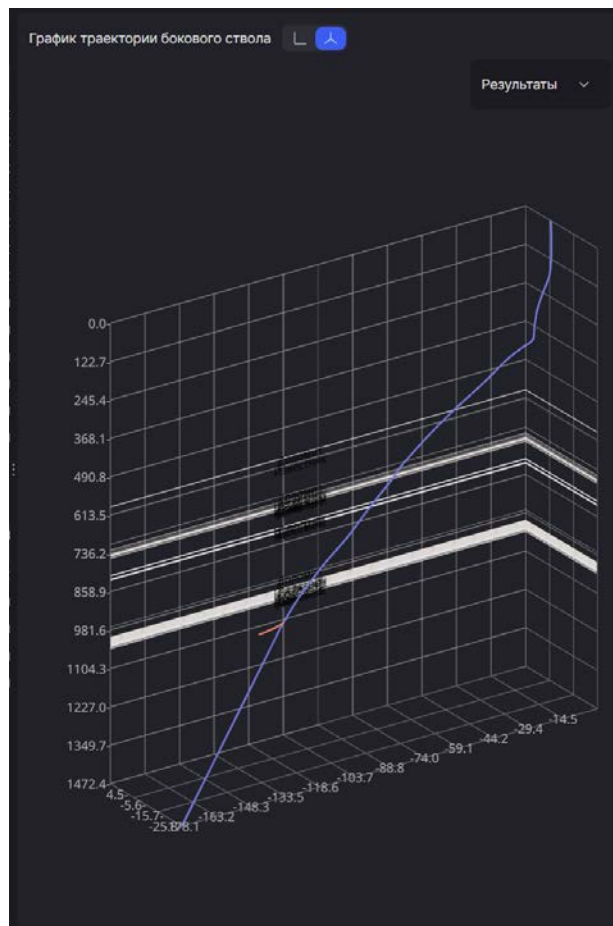


Рисунок 5.5 – 3D-визуализация радиального вскрытия

После расчета или загрузки траектории радиального канала возможно моделирование ОПЗ в зоне соответствующей заданной траектории.

## 6 Адвайзер для проектирования горизонтальных скважин

Для создания и проектирования нового дизайна меры хвостовика необходимо нажать ПКМ на скважину, выбрать «Создать дизайн меры хвостовика» (рисунок 6.1), ввести название и сохранить дизайн (рисунок 6.2).

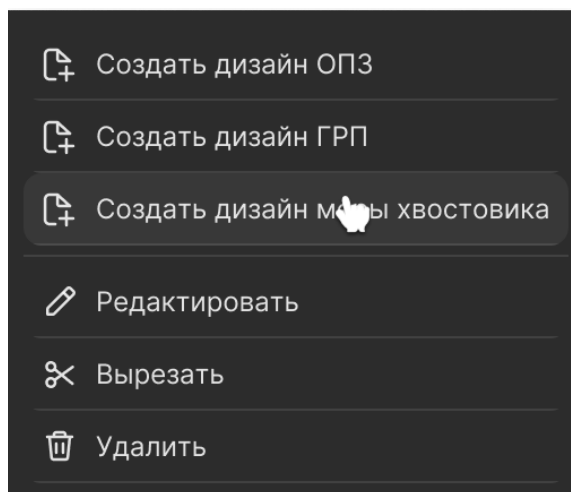


Рисунок 6.1 – Создание дизайна меры хвостовика

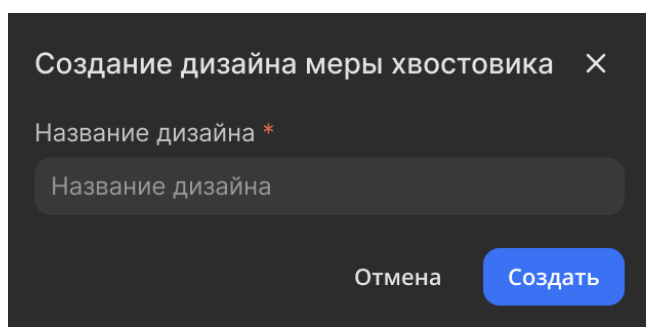


Рисунок 6.2 – Создание дизайна

Во вкладке раздел "Конструкция и оборудование" и вносятся параметры для портов, пакеров и труб (рисунок 6.3). Все параметры элементов можно внести вручную. Также каждый элемент можно выбрать из выпадающего списка «Базы оборудования» (рисунок 6.4), при этом все параметры элементов применяются автоматически.

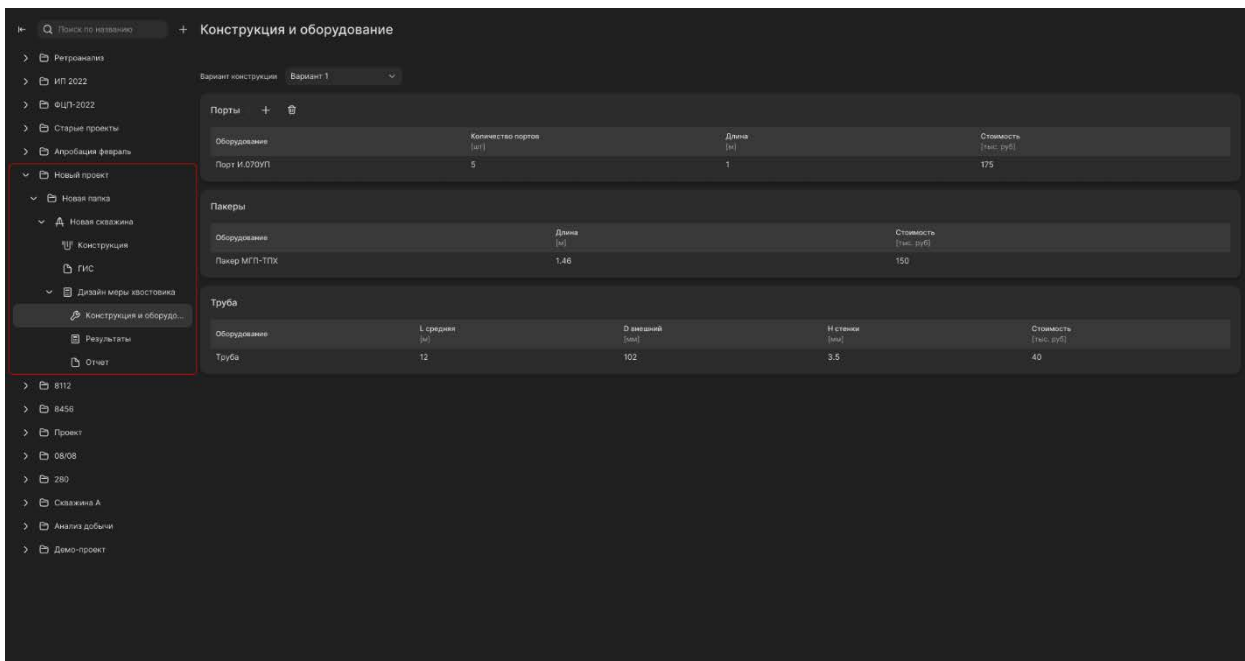


Рисунок 6.3– Необходимые данные для труб

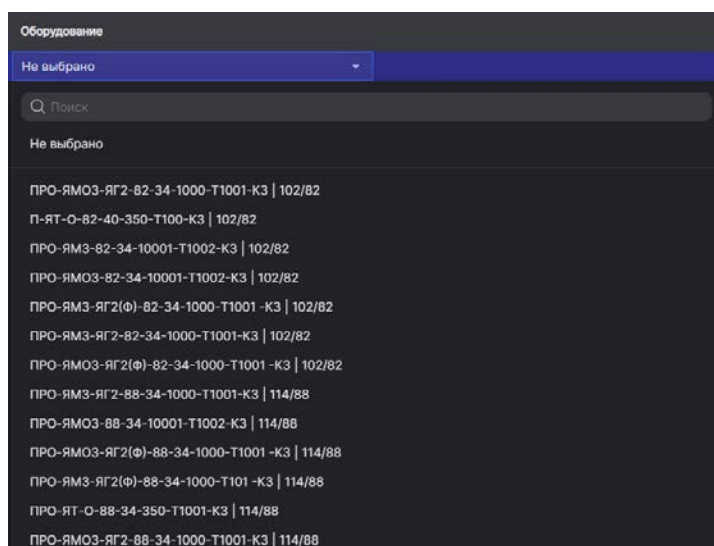


Рисунок 6.4 – Выбор оборудования из базы

Во вкладке «Результаты» имеются разделы «Настройка треков», «Распознавание ГИС» и «Результаты» (рисунок 6.5).

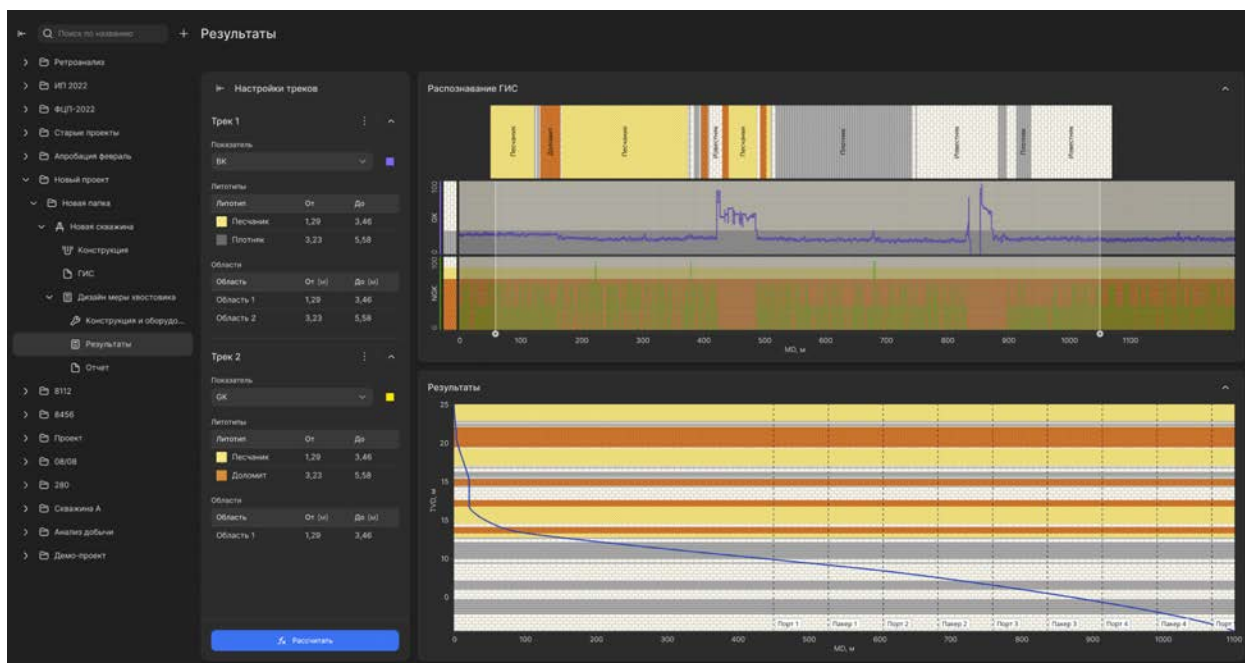



Рисунок 6.5 – Результаты

Во вкладке «Настройка треков» необходимо настроить два трека. Для этого нужно нажать на кнопку  и в открывшемся окне выбрать тип трека и указать литотипы, которые будут интерпретироваться по этому треку (рисунок 6.6).

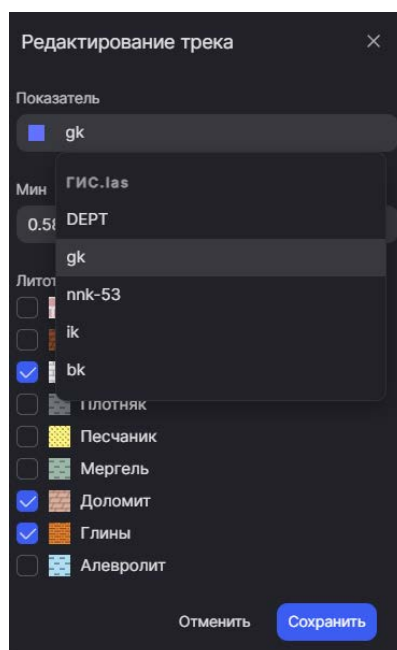


Рисунок 6.6

После настройки треков в разделе «Распознавание ГИС» необходимо интерпретировать литотипы, передвигая границы литотипов в левой части треков (рисунок 6.7).

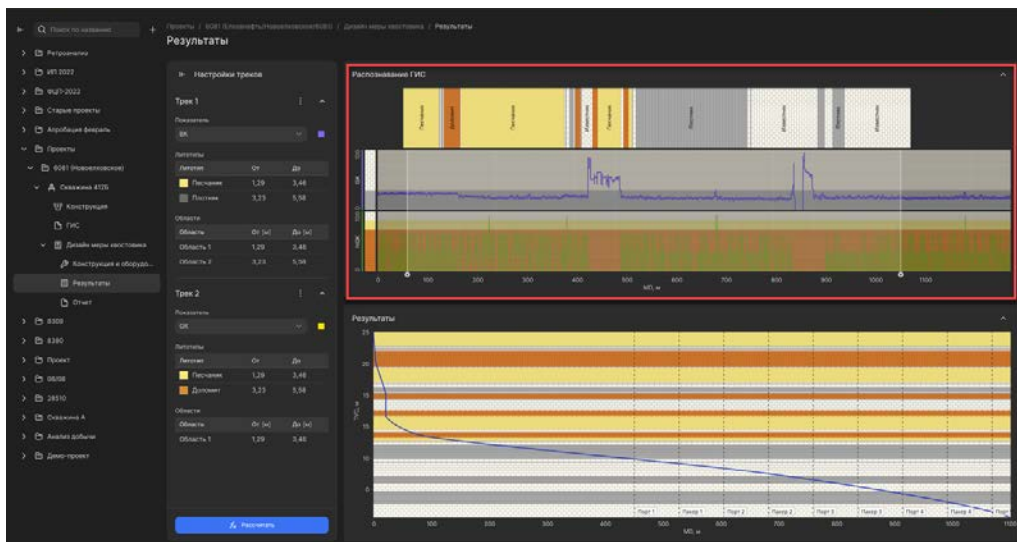


Рисунок 6.7 – Распознавание ГИС

После интерпретации литотипов литологическая колонка перестроится по TVD (Рисунок 6.8). Вертикальные пунктирные линии представляют места установки портов и пакеров, которые можно ручным способом перемещать. До перемещения порты и пакеры будут расставлены автоматически.

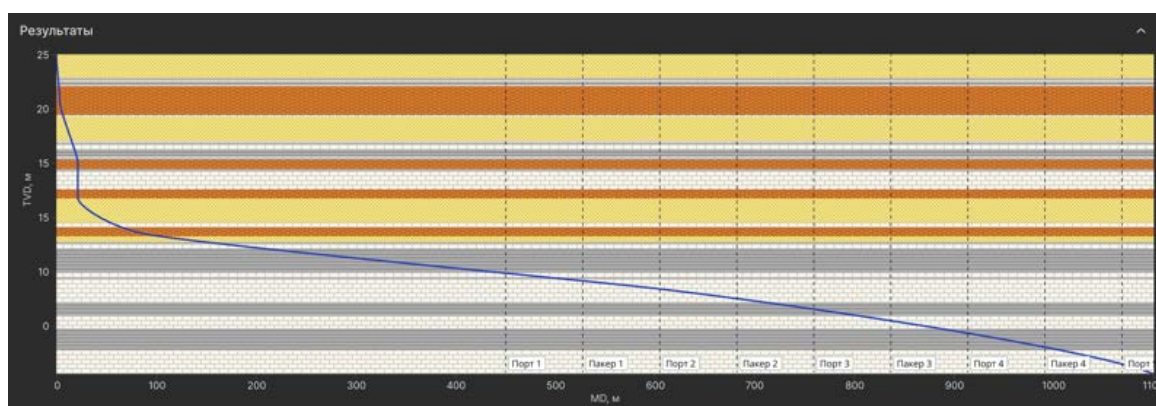


Рисунок 6.8 – Результаты

Во вкладке "Отчет" представлена сводная таблица с оборудованием адвайзера, а также визуализация расстановки элементов адвайзера в 2D и 3D отображении (рисунок 6.9).

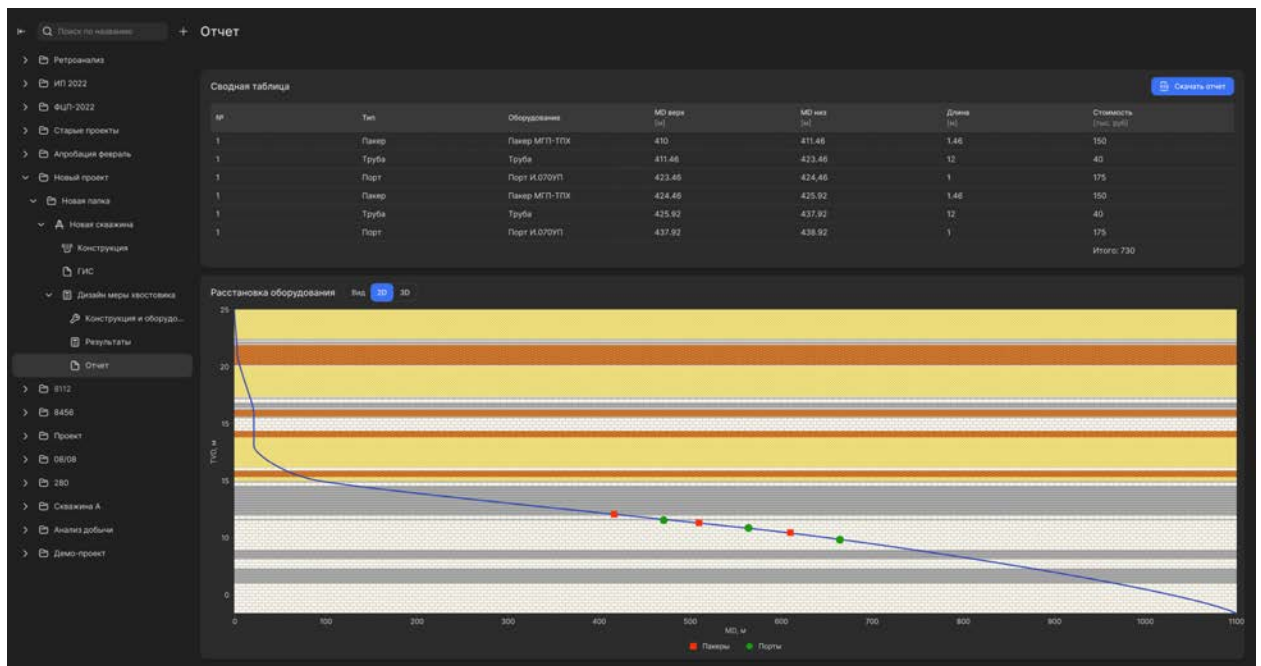


Рисунок 6.9 – Отчет

Также имеется возможность выгрузить результаты в отчет в формате Excel, нажав на кнопку «Скачать отчет».