

# РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

ОСНОВЫ РАБОТЫ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ

**«РН-БУРОВЫЕ РАСЧЕТЫ»**

МОСКВА  
2024

Права на настоящий документ принадлежат ПАО «НК «Роснефть». Документ не может быть полностью или частично воспроизведён, тиражирован и распространён без разрешения ПАО «НК «Роснефть».

© ® ПАО «НК «Роснефть»»

## СОДЕРЖАНИЕ

НАЧАЛО РАБОТЫ .....	3
УРОВНИ ИЕРАРХИИ В ФАЙЛЕ ПРОЕКТА .....	3
УРОВЕНЬ ИЕРАРХИИ «КОМПАНИЯ» .....	4
УРОВЕНЬ ИЕРАРХИИ «МЕСТОРОЖДЕНИЕ» .....	6
УРОВЕНЬ ИЕРАРХИИ «КУСТ».....	7
УРОВЕНЬ ИЕРАРХИИ «СКВАЖИНА» .....	8
УРОВЕНЬ ИЕРАРХИИ «СТВОЛ» .....	9
УРОВЕНЬ ИЕРАРХИИ «ПЛАН».....	10
УРОВЕНЬ ИЕРАРХИИ «ФАКТ» .....	12
УРОВЕНЬ ИЕРАРХИИ «ВАРИАНТ» .....	12
КАЛЬКУЛЯТОРЫ.....	15
ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ КАЛЬКУЛЯТОР .....	16
МАГНИТНЫЙ КАЛЬКУЛЯТОР .....	17
БУРОВЫЕ КАЛЬКУЛЯТОРЫ.....	18
КАЛЬКУЛЯТОР КОЛЬМАТАНТОВ .....	19
РАБОТА С РАСЧЕТАМИ НАГРУЗОК И МОМЕНТОВ .....	20

## НАЧАЛО РАБОТЫ

Запустить ПК «РН-Буровые расчеты» и создать новый проект. Сделать это можно в меню «Файл» либо с помощью кнопки «Новый проект» на панели инструментов над деревом проекта. Дерево проекта находится в левой части окна программы (Рисунок 1).

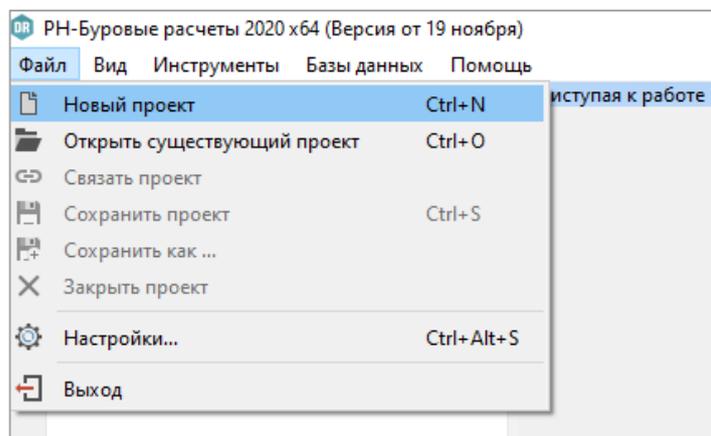


Рисунок 1 – Создание нового проекта из главного меню

## УРОВНИ ИЕРАРХИИ В ФАЙЛЕ ПРОЕКТА

Данные, хранящиеся в проекте, отображаются в виде древовидной структуры. Есть возможность работать с данными на семи уровнях иерархии: Компании, Месторождения, Кусты, Скважины, Стволы скважин, Факты и Планы, а также Варианты (Рисунок 2).

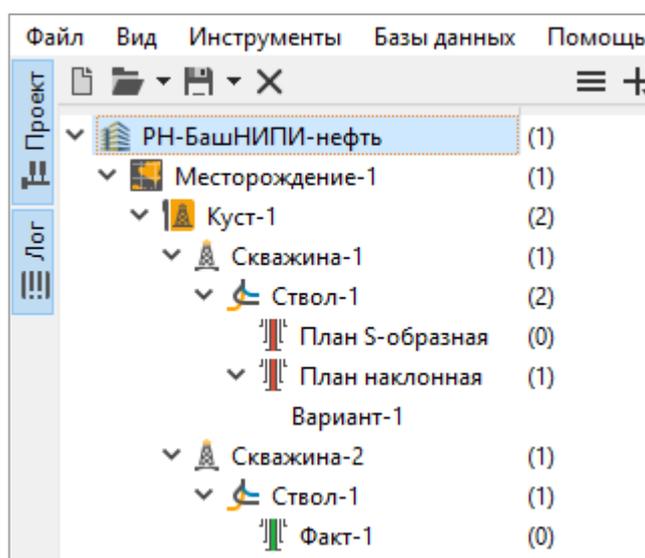


Рисунок 2 – Обозреватель скважин

Каждый из уровней иерархии предоставляет следующие возможности:

- загрузка произвольных файлов для каждого элемента дерева;
- добавление и удаление элементов согласно иерархии;
- установка настроек, специфических для каждого уровня, распространяющихся на нижележащие уровни иерархии;

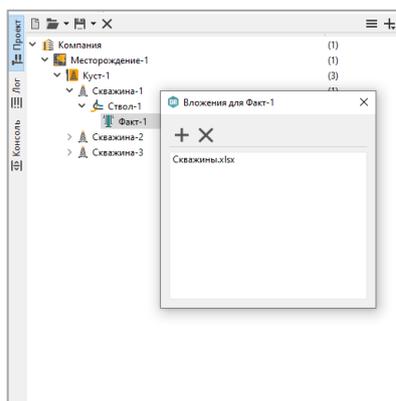


Рисунок 3 – Загрузка произвольных файлов

Дерево проекта используется для просмотра данных, позволяет открывать, копировать, удалять, создавать и выполнять другие операции с элементами данных. Кроме того, есть возможность копирования данных между разными уровнями иерархии. Например, можно выбрать Куст, связанный с одним Месторождением и скопировать его в другое Месторождение. Все данные (Скважины, Стволы скважин и т.д.), связанные с этим Кустом, также будут скопированы.

Функциональность дерева иерархии напоминает функциональность проводника Windows. Для раскрытия, сворачивания и выбора элементов дерева используется левая кнопка мыши. Правая кнопка мыши вызывает контекстное меню. В зависимости от выбранного уровня иерархии меню отображает различные опции.

### **Уровень иерархии «Компания»**

Для создания объекта компании необходимо воспользоваться контекстным меню в пустой области дерева проекта (Рисунок 4) или меню новых объектов (Рисунок 5) и выбрать пункт «Компания».

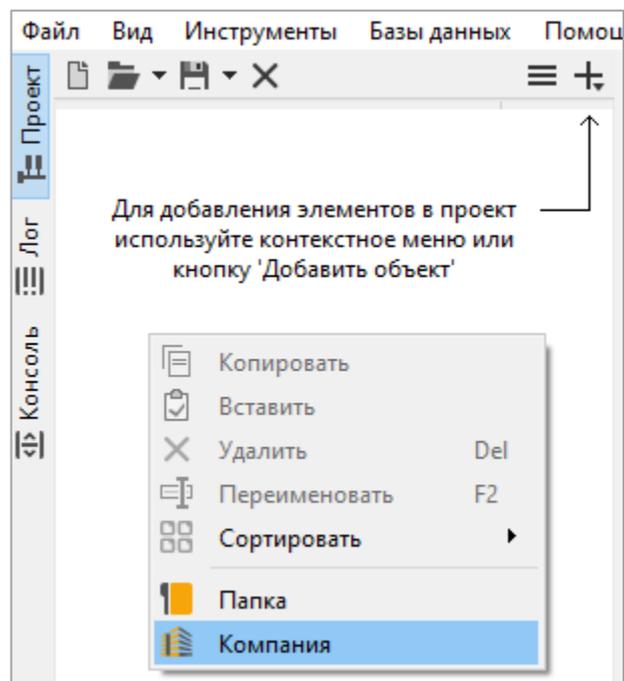


Рисунок 4 – Контекстное меню проекта

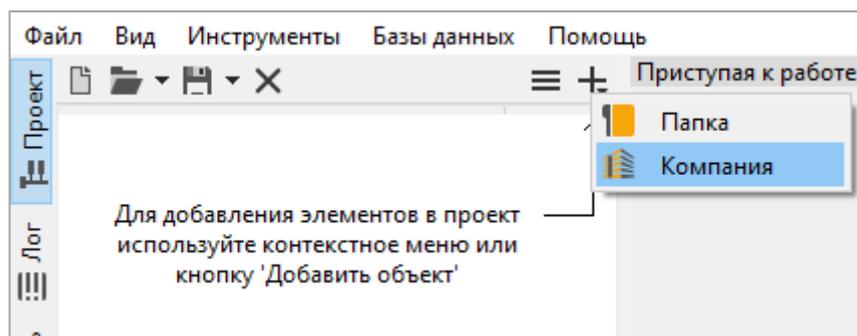


Рисунок 5 – Меню «Добавить объект»

При создании объекта открывается окно параметров созданной компании (Рисунок 6).

Впоследствии это окно можно вызвать двойным кликом на объекте компании в дереве проекта.

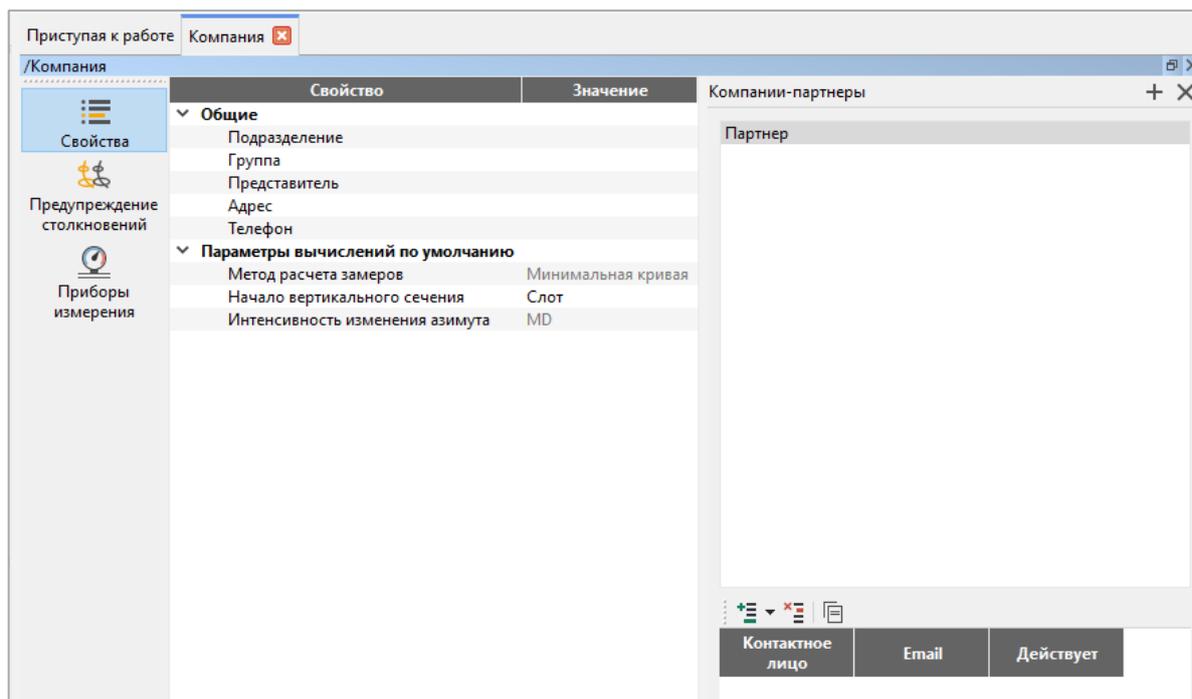


Рисунок 6 – Окно объекта «Компания». Вкладка «Свойства»

### Уровень иерархии «Месторождение»

Для создания объекта Месторождения необходимо воспользоваться контекстным меню компании (Рисунок 7) и выбрать пункт «Месторождение».

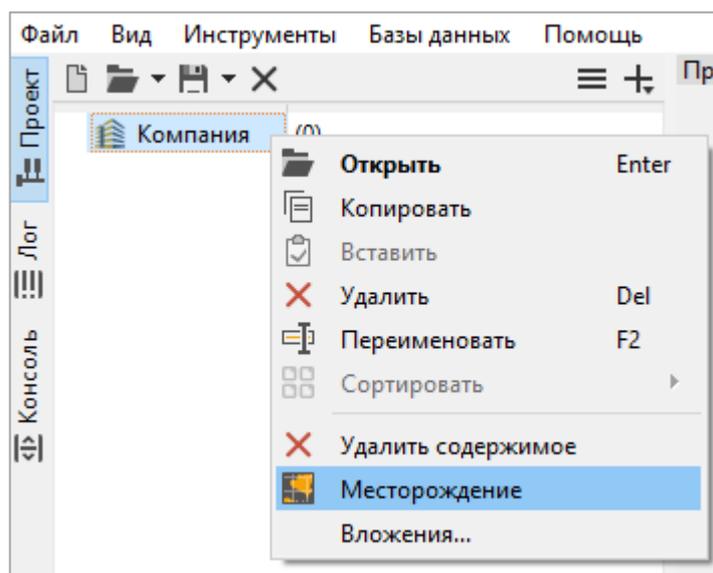


Рисунок 7 – Добавление объекта «Месторождение»

При создании объекта открывается окно параметров созданного месторождения (Рисунок 8). Впоследствии это окно можно вызвать двойным кликом на объекте месторождения в дереве проекта.



Рисунок 8 – Окно объекта «Месторождение». Вкладка «Свойства»

На вкладке «Свойства» (Рисунок 8) указывается основная информация о месторождении: задается системный уровень приведения, настраивается привязка замеров, вводятся параметры географической и локальной систем координат.

На вкладке «Цели бурения» можно добавлять новые цели бурения. Подробнее о редакторе целей бурения будет рассказано в главе 0.

### **Уровень иерархии «Куст»**

Для создания объекта Куста необходимо воспользоваться контекстным меню месторождения (Рисунок 9) и выбрать пункт «Куст».

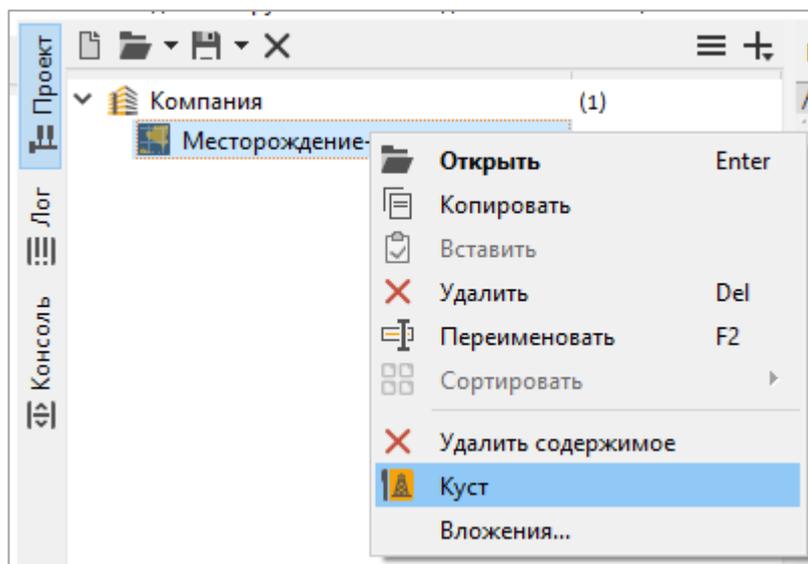


Рисунок 9 – Добавление объекта «Куст»

При создании объекта открывается окно параметров созданного куста (Рисунок 10). Впоследствии это окно можно вызвать двойным кликом на объекте куста в дереве проекта.

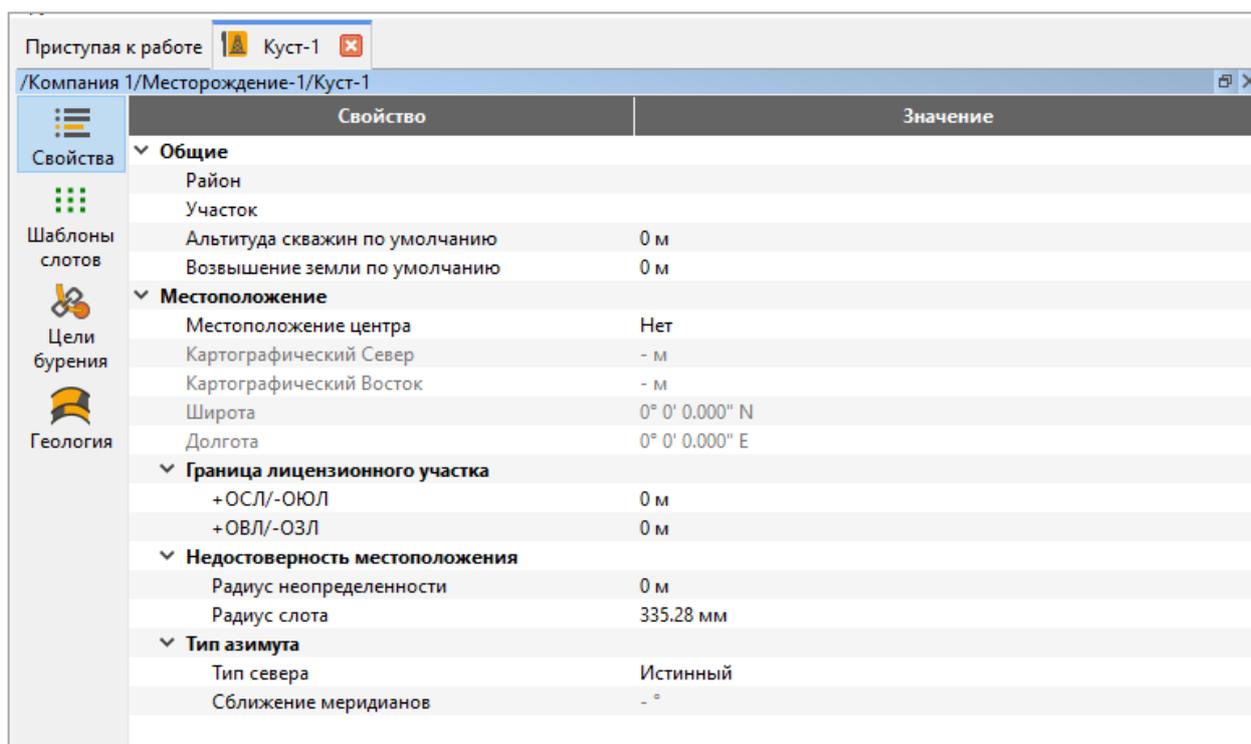


Рисунок 10 – Окно объекта «Куст». Вкладка «Свойства»

### Уровень иерархии «Скважина»

Для создания объекта скважины необходимо воспользоваться контекстным меню куста (Рисунок 11) и выбрать пункт «Скважина».

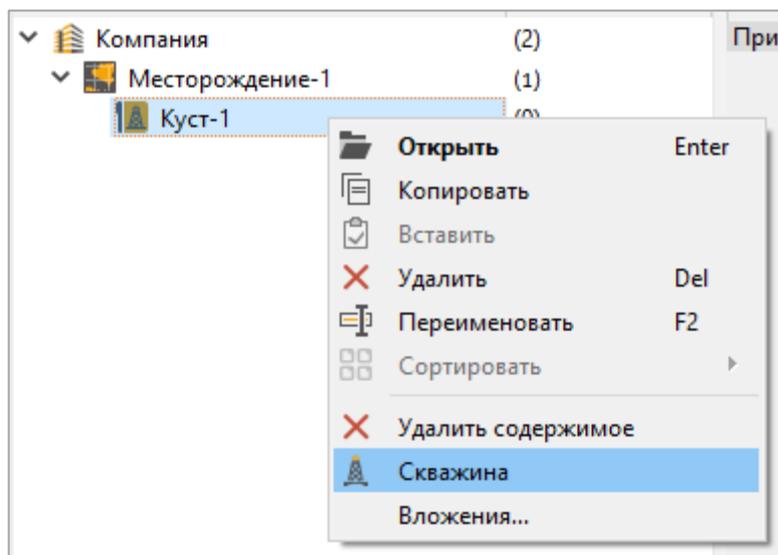


Рисунок 11 – Добавление объекта «Скважина»

При создании объекта открывается окно параметров созданной скважины (Рисунок 12).

Впоследствии это окно можно вызвать двойным кликом на объекте скважины в дереве проекта.

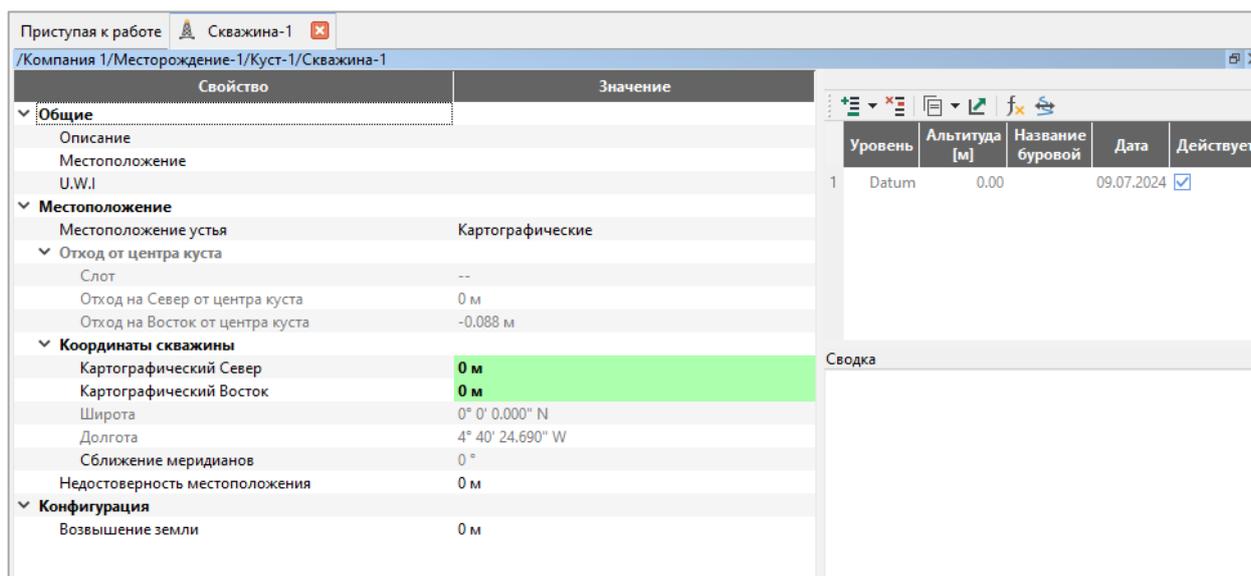


Рисунок 12 – Окна объекта «Скважина»

### Уровень иерархии «Ствол»

Для создания объекта ствола необходимо воспользоваться контекстным меню скважины (Рисунок 13) и выбрать пункт «Ствол».

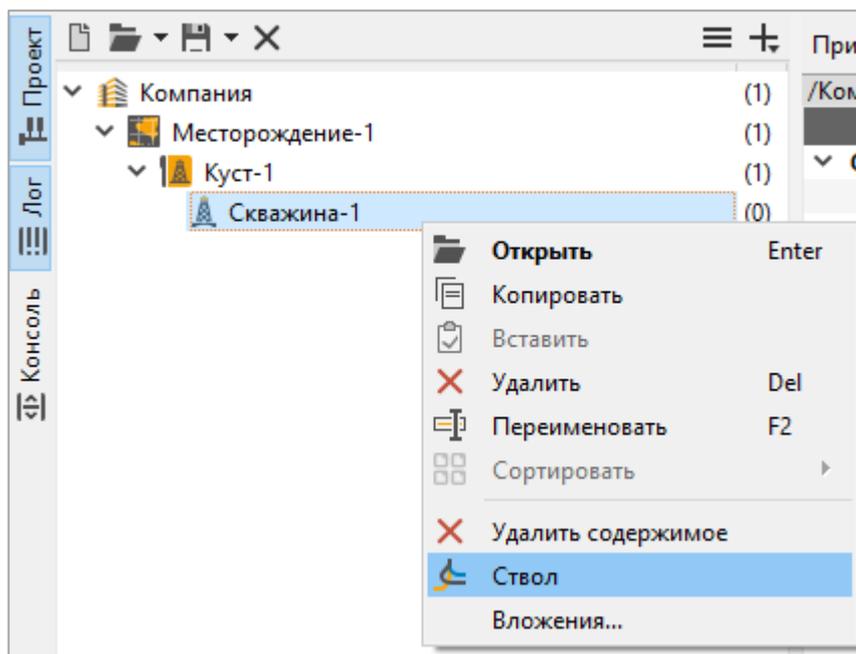


Рисунок 13 – Добавление объекта «Ствол»

При создании объекта открывается окно параметров созданного ствола (Рисунок 14).

Впоследствии это окно можно вызвать двойным кликом на объекте ствола в дереве проекта.

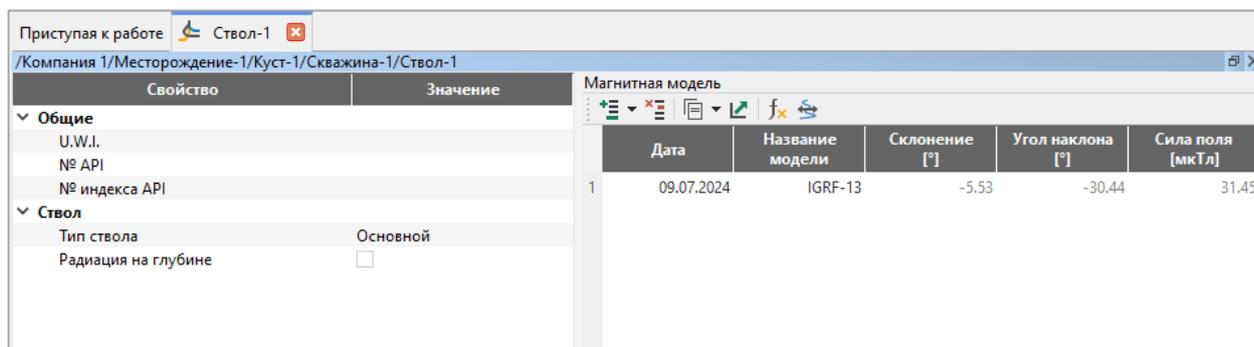


Рисунок 14 – Окна объекта «Ствол»

### Уровень иерархии «План»

Для создания объекта плановой траектории (плана) следует воспользоваться контекстным меню ствола и выбрать пункт «План» (Рисунок 15).

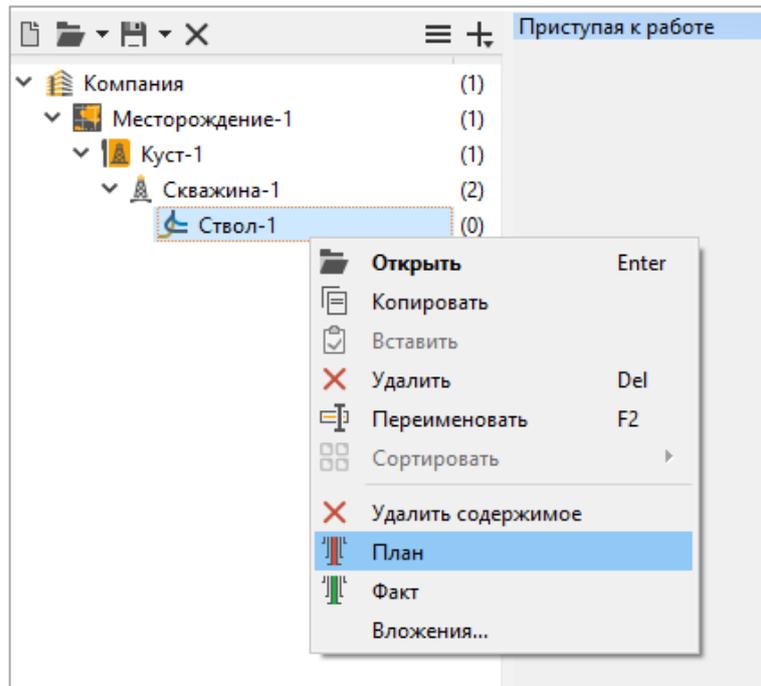


Рисунок 15 – Добавление объекта «План»

Для работы просмотра и редактирования данных плана необходимо открыть его окно двойным кликом мыши на соответствующем объекте в дереве проекта (Рисунок 16).

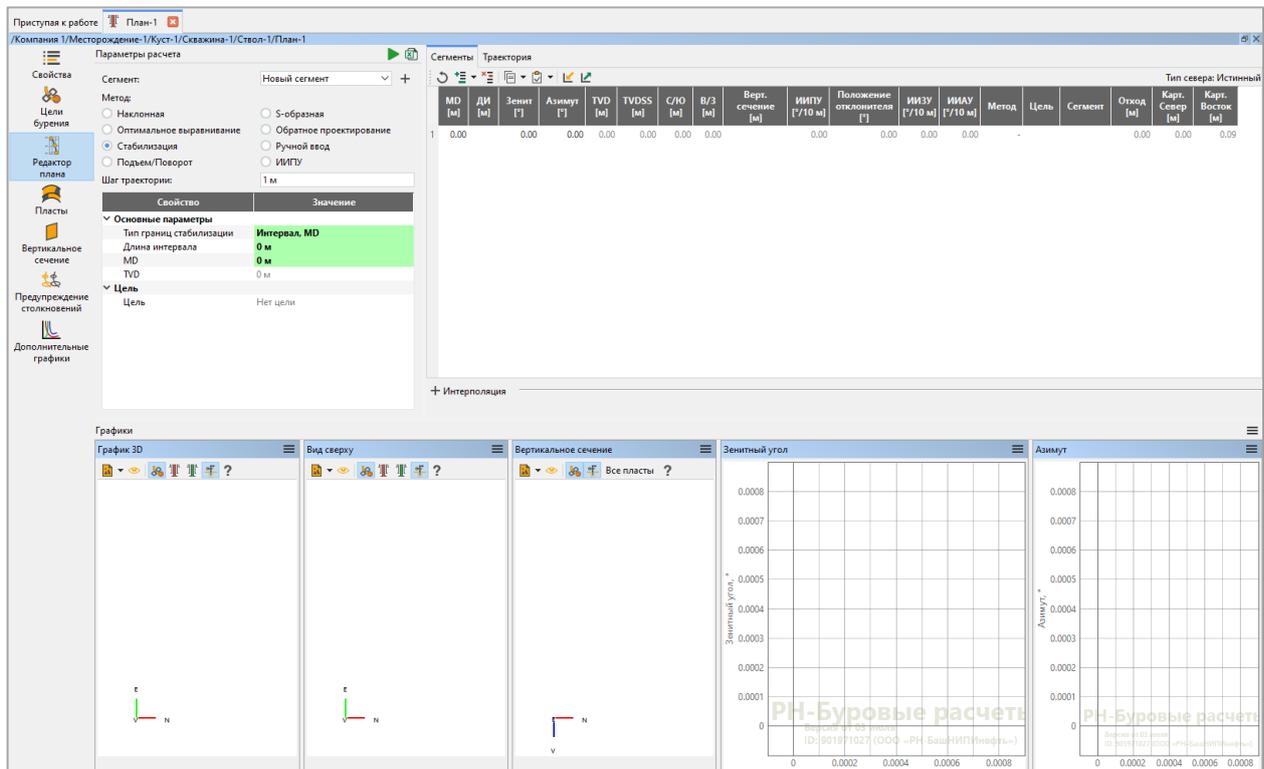


Рисунок 16 – Окно для работы с планом

## Уровень иерархии «Факт»

Для создания объекта фактической траектории (факта) следует воспользоваться контекстным меню ствола и выбрать пункт «Факт» (Рисунок 17).

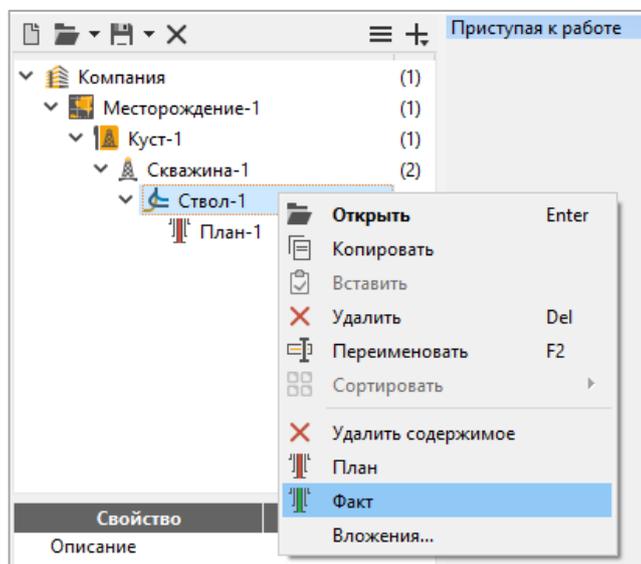


Рисунок 17 – Добавление объекта «Факт» в проект

Для работы просмотра и редактирования данных факта необходимо открыть его окно двойным кликом мыши на соответствующем объекте в дереве проекта (Рисунок 18).

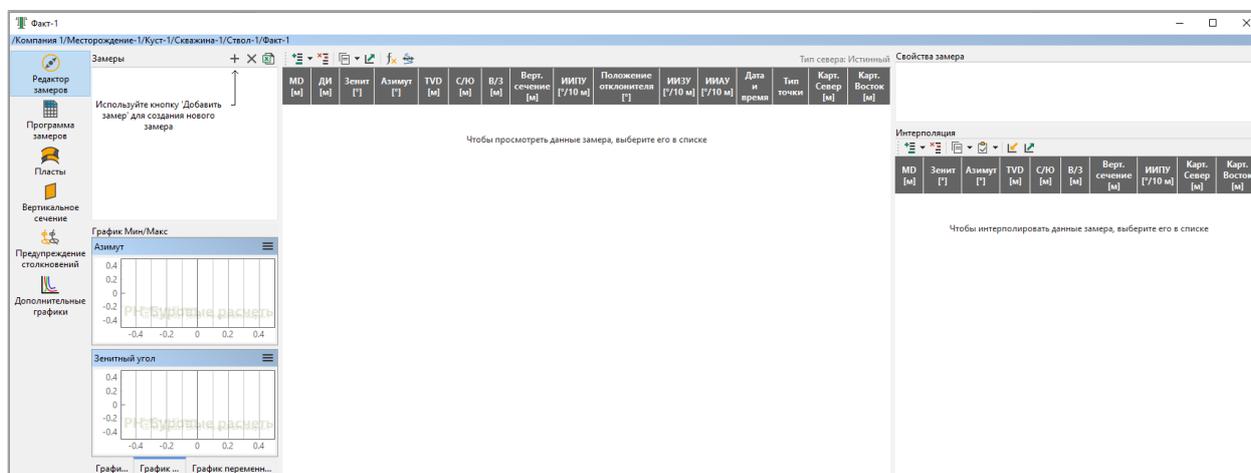


Рисунок 18 – Окно просмотра и редактирование факта

## Уровень иерархии «Вариант»

Для создания объекта Варианта следует воспользоваться контекстным меню плановой траектории (плана) или фактической траектории (факта) и выбрать пункт «Вариант» (Рисунок 19).

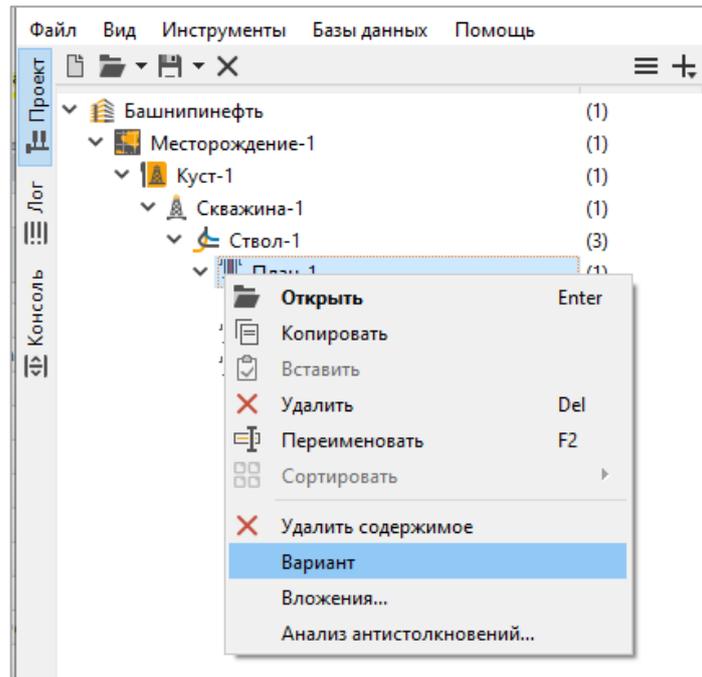


Рисунок 19 – Добавление объекта «Вариант»

После добавления Варианта в дерево рабочего проекта следует задать режим расчета (Бурение либо Цементирование) в выпадающем списке дерева свойств выбранного объекта (Рисунок 20).

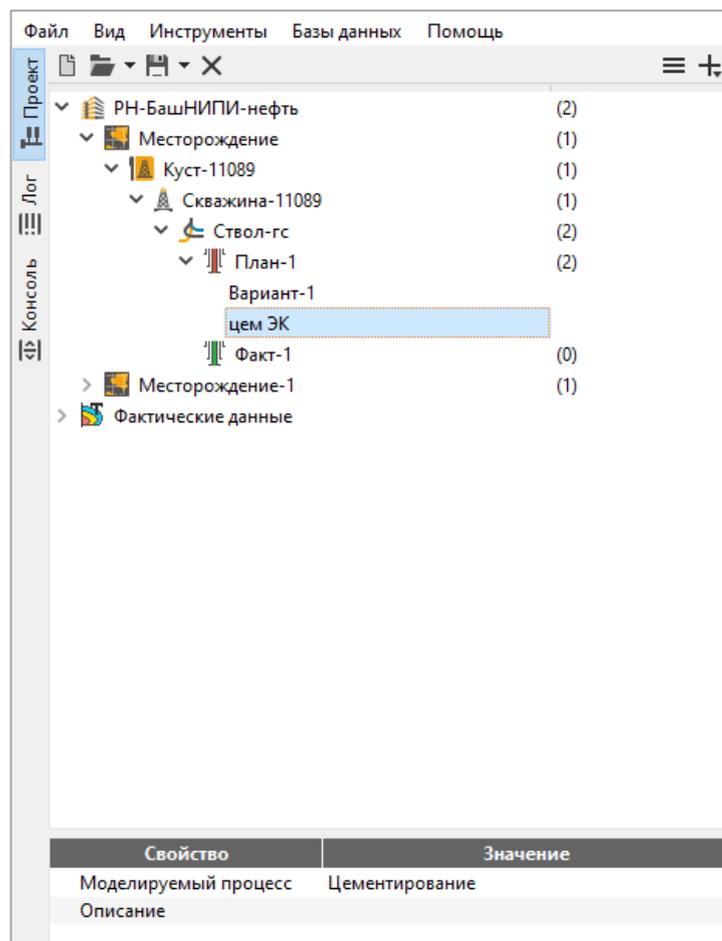


Рисунок 20 – Выбор моделируемого процесса

В зависимости от выбора моделируемого процесса становятся доступными те или иные настройки, а также меняется список обязательных параметров, которые должны быть заданы для запуска расчета. Например, если выбрано «Бурение», то вкладка для редактирования плана заправки цемента будет недоступна.

При создании объекта открывается окно параметров созданного варианта (Рисунок 21). Впоследствии это окно можно вызвать двойным кликом на объекте варианта в дереве проекта.

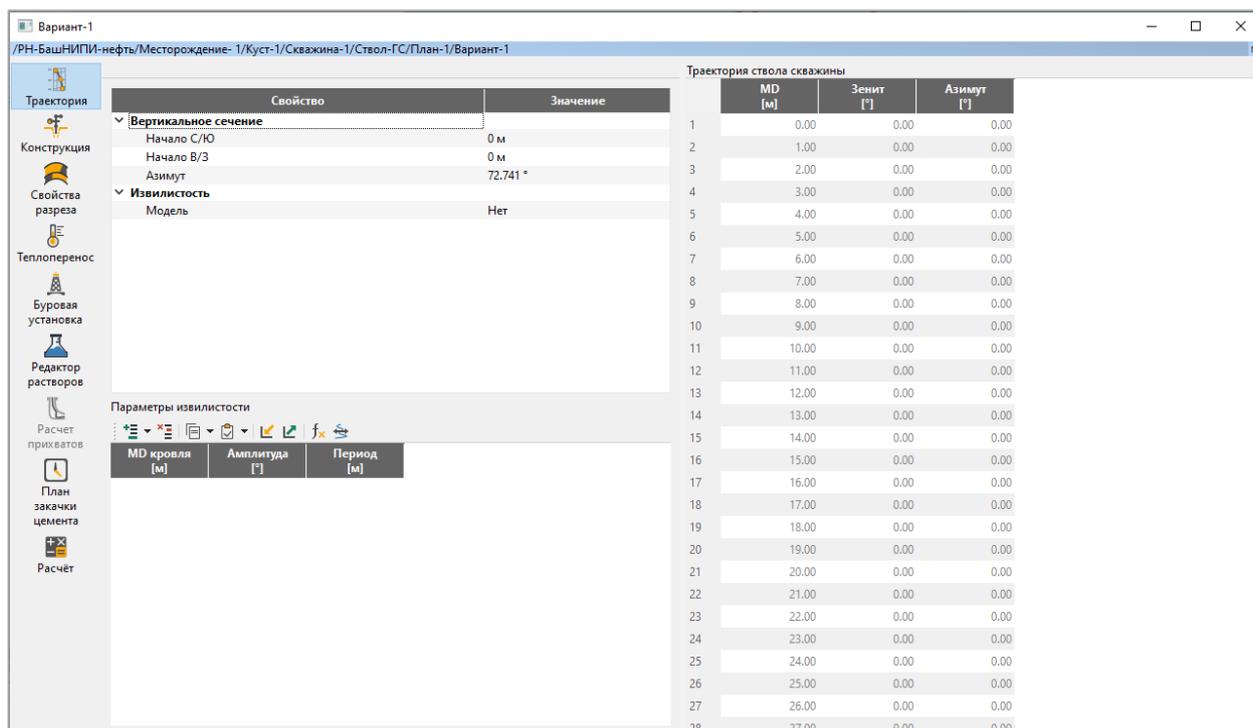


Рисунок 21 – Окно объекта «Вариант». Вкладка «Траектория»

## КАЛЬКУЛЯТОРЫ

В «РН-Буровые расчеты» доступны следующие типы калькуляторов:

- геодезический;
- магнитный;
- буровые калькуляторы:
  - смешивание растворов,
  - разбавление/увеличение плотности раствора,
  - сжимаемость раствора,
  - мощность насоса,
  - затрубное пространство,
  - труба,
  - тест герметичности,
  - погонный вес,
  - длина каната для отрезки;
- калькулятор кольматантов.

Рассмотрим функциональные возможности каждого из них подробнее.

## Геодезический калькулятор

Для удобного перевода координат, при задании точки на земной поверхности, из одной системы в другую, в программе реализован геодезический калькулятор. У пользователя есть возможность задавать координаты точки на земном шаре в:

- географических координатах,
- картографических координатах,
- локальных координатах (относительно заданного куста).

При вводе координат в какой-либо системе координат происходит автоматический пересчет в 2 другие системы, а также введенные координаты отображаются на карте справа.

Кроме того, выполняется автоматический расчет параметров

- сближение меридианов,
- коэффициент масштабирования.

Картографические координаты можно задавать и рассчитывать для любой картографической зоны из системы Гаусс-Крюгер Пулково 1942.

Геодезический калькулятор

Картографическая зона GK 2N

Куст Месторождение-1: Куст-1

Вводимые координаты

Картографические

Север 7192057.712 м

Восток 3233435.405 м

Посчитанные координаты

Географические

Широта 55° 54' 0.000" N

Долгота 55° 0' 0.000" E

Локальные

Север 64431.105 м

Восток -143412.39 м

Сближение меридианов 40.624°

Коэффициент масштабирования 1.093 д. ед.

— Справка

- Установите картографическую зону, в которой будут вводиться или вычисляться картографические и локальные координаты.
- Для работы с локальными координатами необходимо выбрать Куст, который будет являться центром локальных координат.
- С помощью кнопок изменения направления пересчета установите необходимые вводимые координаты (Географические, Картографические, Локальные).
- Введите значение координат.

Результат пересчета координат будет показан в правой части, в области "Посчитанные координаты"

Для локальных координат используется отход от центра локальных координат (от выбранного куста). Точка (0, 0) в локальных координатах является координатами куста. Расчет локальных координат происходит в выбранной в калькуляторе картографической зоне.

Рисунок 22 – Пересчет из картографических координат

## Магнитный калькулятор

Для расчета параметров магнитного поля имеется инструмент Магнитный калькулятор. Для возможности использования этого инструмента необходимо, чтобы в ПО был открыт какой-либо проект, в противном случае программа выдаст предупреждение (Рисунок 23).

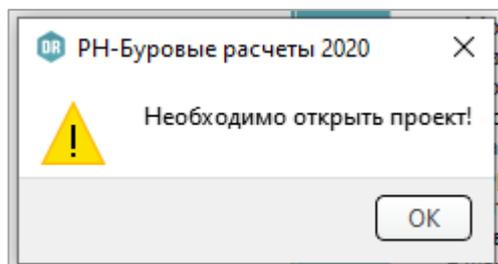


Рисунок 23 – Предупреждение о необходимости открытия проекта

Для открытия окна калькулятора необходимо выбрать в Главном меню пункт Инструменты – Магнитный калькулятор (Рисунок 24).

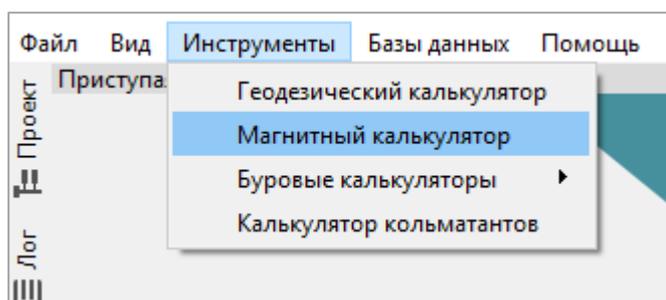


Рисунок 24 – Меню Инструменты

Окно калькулятора имеет области входных и выходных параметров (Рисунок 25). Входные параметры доступны для редактирования, в то время как выходные параметры доступны только для чтения и заполняются автоматически при расчете.

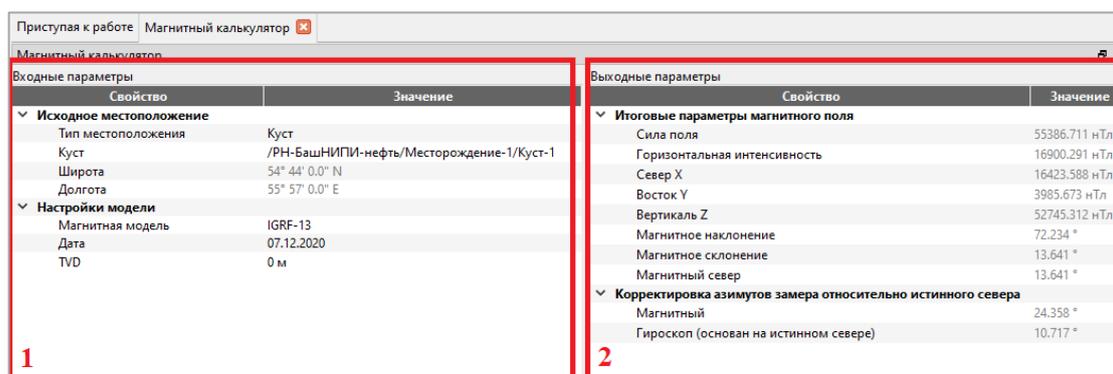


Рисунок 25 – Окно магнитного калькулятора: 1 – область входных параметров; 2 – область выходных параметров

## Буровые калькуляторы

Для открытия буровых калькуляторов необходимо выбрать в Главном меню пункт «Инструменты» – «Буровые калькуляторы» (Рисунок 26).

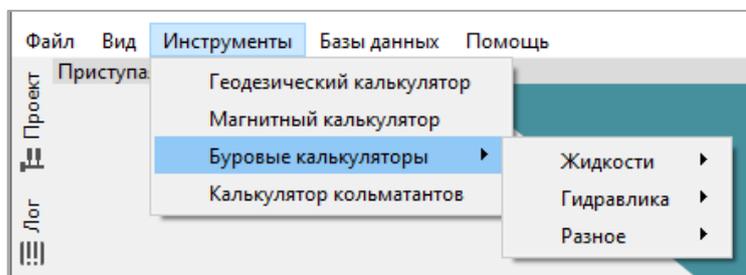


Рисунок 26 – Пункт меню «Буровые калькуляторы»

Буровые калькуляторы разделены по категориям: «Жидкости», «Гидравлика», «Разное». На рисунках (Рисунок 27, Рисунок 28, Рисунок 29) представлены списки калькуляторов из каждой категории.

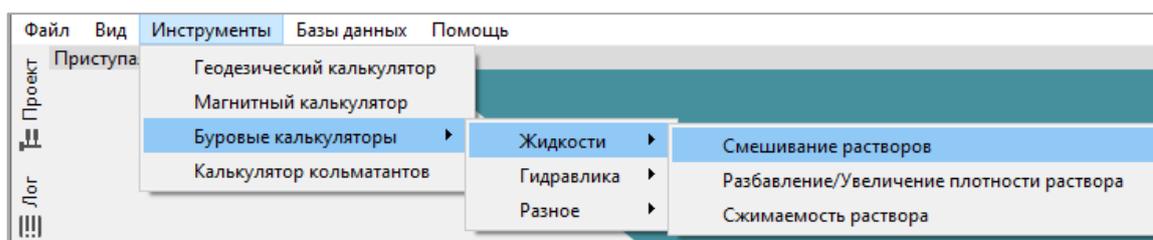


Рисунок 27 – Калькуляторы категории «Жидкости»

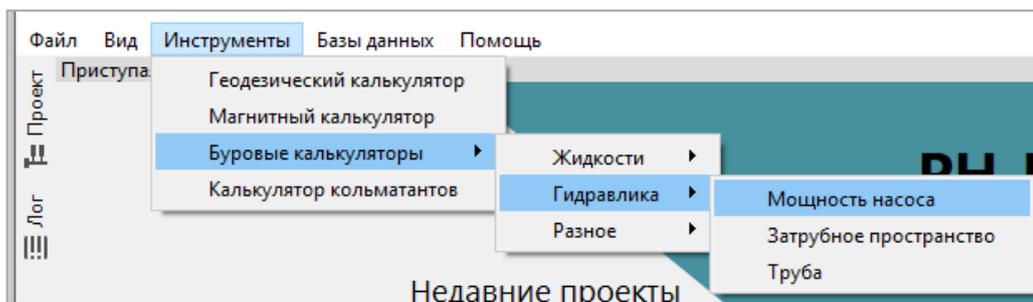


Рисунок 28 – Калькуляторы категории «Гидравлика»

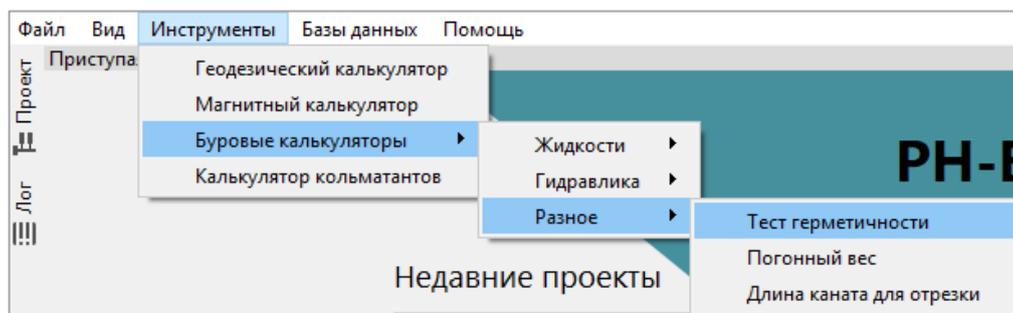
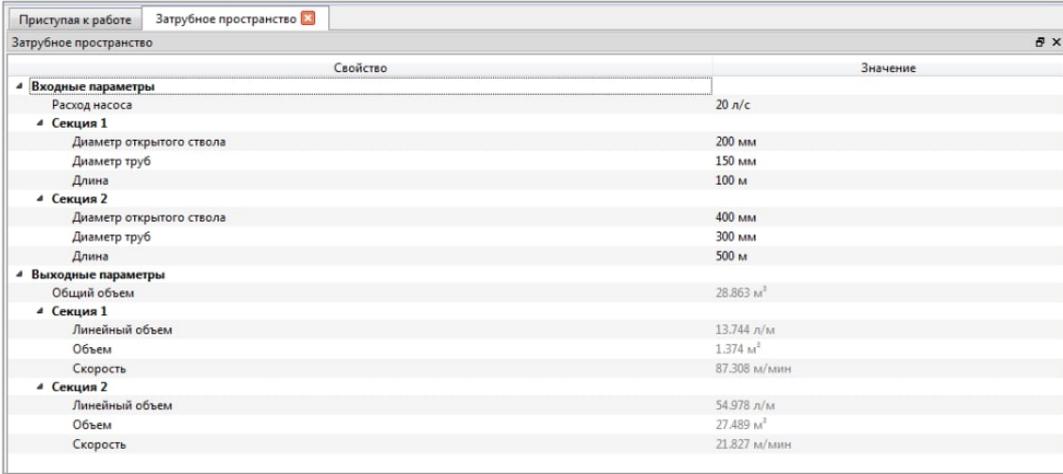


Рисунок 29 – Калькуляторы категории «Разное»

Окно любого калькулятора представляет собой область, содержащую дерево входных и выходных параметров (Рисунок 30).



Свойство	Значение
Входные параметры	
Расход насоса	20 л/с
Секция 1	
Диаметр открытого ствола	200 мм
Диаметр труб	150 мм
Длина	100 м
Секция 2	
Диаметр открытого ствола	400 мм
Диаметр труб	300 мм
Длина	500 м
Выходные параметры	
Общий объем	28.863 м <sup>3</sup>
Секция 1	
Линейный объем	13.744 л/м
Объем	1.374 м <sup>3</sup>
Скорость	87.308 м/мин
Секция 2	
Линейный объем	54.978 л/м
Объем	27.489 м <sup>3</sup>
Скорость	21.827 м/мин

Рисунок 30 – Окно калькулятора «Затрубное пространство»

Расчет производится автоматически при изменении любого параметра группы «Входные параметры». Все введенные параметры автоматически сохраняются и при повторном открытии окна калькулятора восстанавливаются.

### Калькулятор кольматантов

Для расчета фракционного состава кольматационных смесей из набора кольматационных материалов реализован Калькулятор кольматантов. Аналогично магнитному калькулятору, для использования данного инструмента в ПО должен быть открыт какой-либо проект.

Для открытия окна калькулятора необходимо выбрать в меню пункт Инструменты – Калькулятор кольматантов (Рисунок 31).

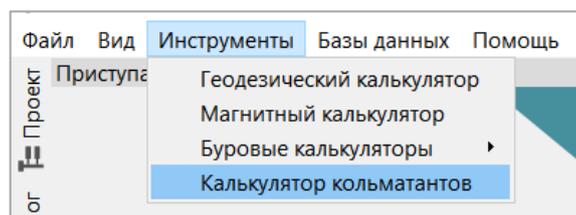


Рисунок 31 – Меню Инструменты

Окно калькулятора кольматации имеет 3 основных области (Рисунок 32): 1 – параметры расчета целевой линии и свойства бурового раствора, 2 – область с параметрами заданных кольматирующих смесей, 3 – состав выбранной в таблице смеси.

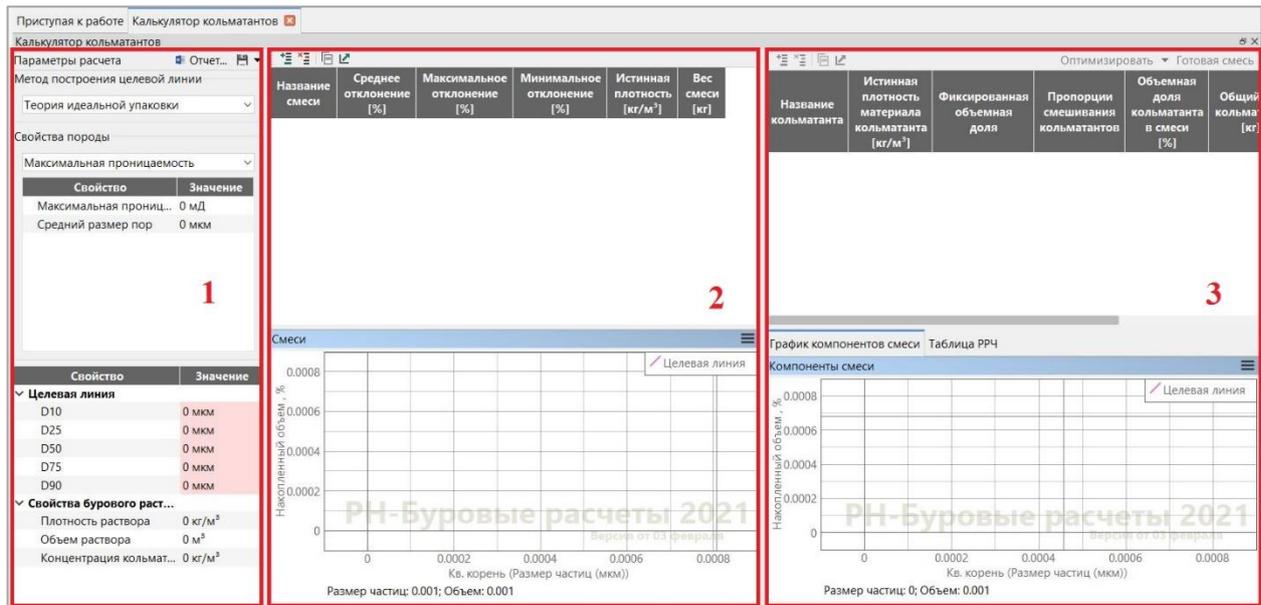


Рисунок 32 – Окно калькулятора кольматации

## РАБОТА С РАСЧЕТАМИ НАГРУЗОК И МОМЕНТОВ

Для проведения расчета нагрузок и моментов необходимо для плановой или фактической траектории создать кейс расчета, для этого необходимо правой кнопкой мыши щелкнуть по «Плану» и выбрать «Вариант».

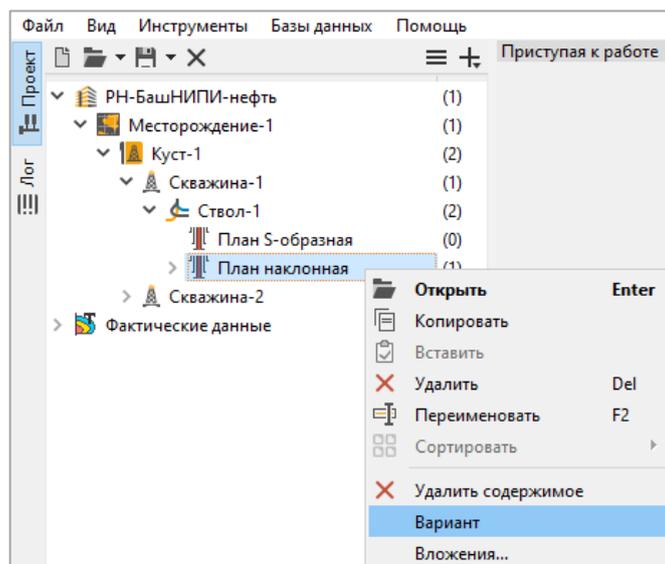


Рисунок 33 – Создать вариант

В окне свойств созданного «Варианта» выбрать в качестве моделируемого процесса «Бурение».

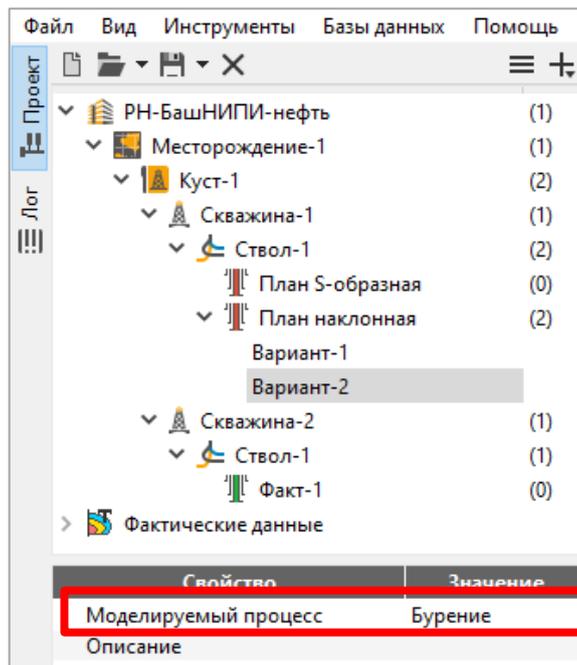


Рисунок 34 – Моделируемый процесс Бурение

На вкладке «Конструкция» должны быть заданы конструкции ствола скважины и буровой колонны.

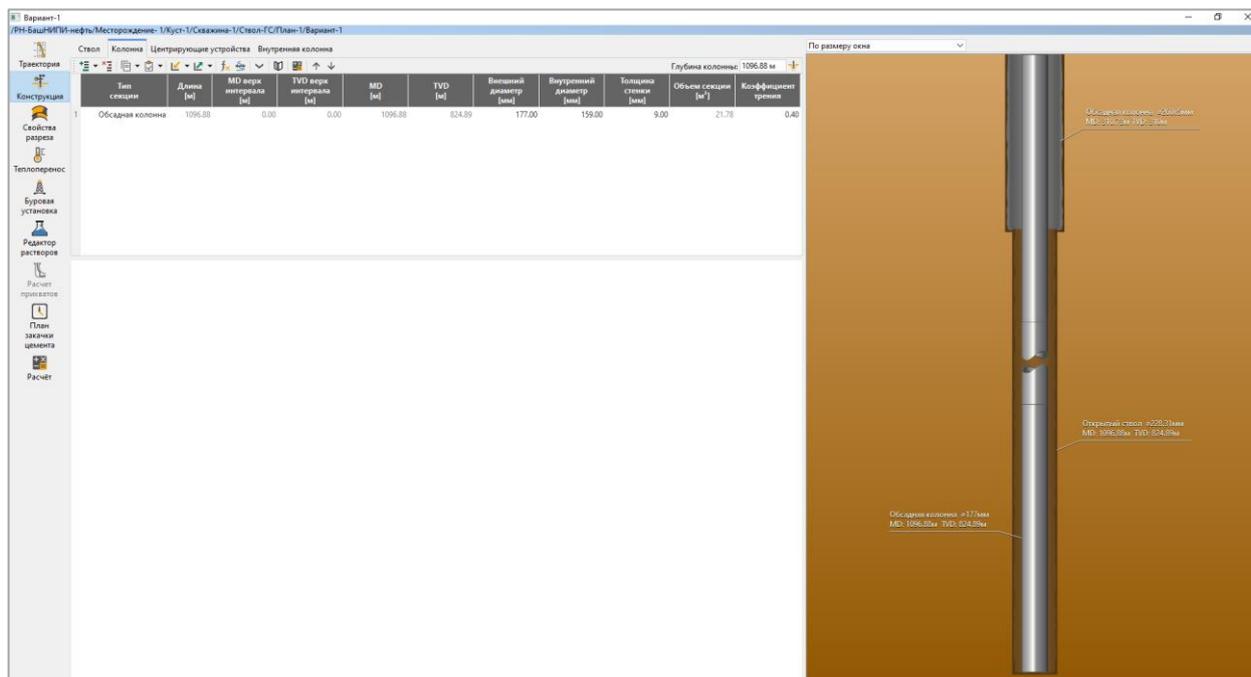


Рисунок 35 – Вкладка «Конструкция»

Добавление новой секции в конструкцию осуществляется с помощью кнопки «Добавить строку» . Необходимо, чтобы для каждой секции были заданы длины секций, внутренний и внешний диаметры, а также коэффициент трения.

Далее необходимо задать буровой раствор, который будет использован в расчете гидравлики и нагрузках. Можно использовать раствор из базы данных либо создать новый.

Делается это на вкладке «Редактор растворов» . Для того чтобы добавить тот или иной тип раствора, выберите соответствующую папку и нажмите , либо нажмите правой кнопкой мыши по соответствующей папке и выберите пункт «Добавить».

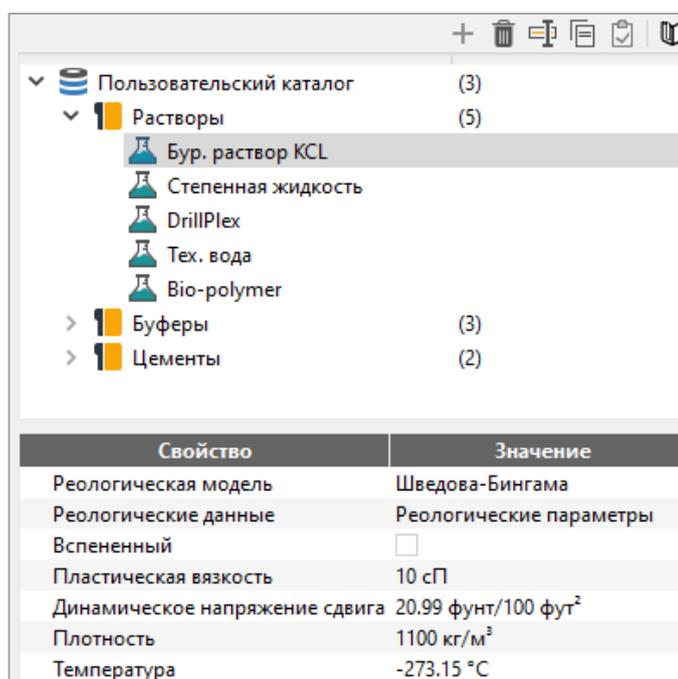


Рисунок 36 – Управление свойствами растворов

После того как введены все данные по конструкции ствола скважины, буровой колонны и буровому раствору можно переходить к выполнению расчета нагрузок и моментов. Для этого необходимо перейти на вкладку «Расчет» . На правой вкладке «Настройки расчета» выбрать требуемый буровой раствор и задать скорость его закачки.

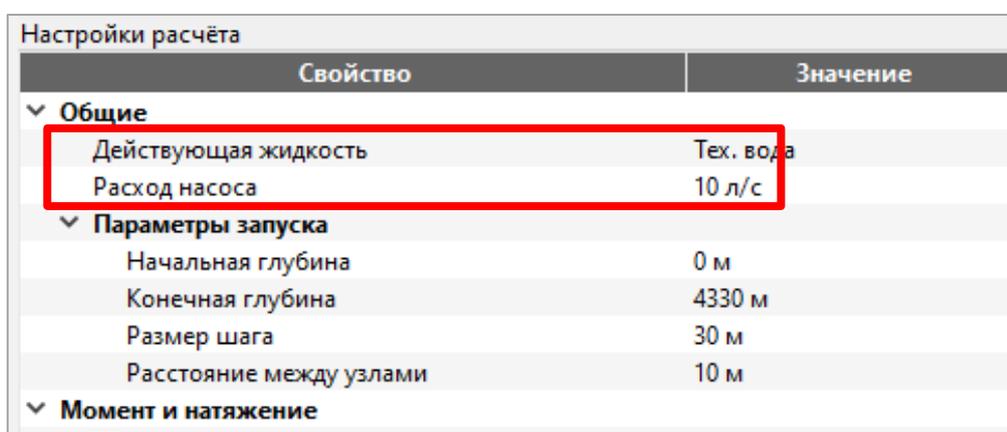


Рисунок 37 – Задание закачки бурового раствора

Можно также задать параметры численного расчета: расстояние между расчетными узлами; размер шага.

Настройки расчёта	
Свойство	Значение
▼ <b>Общие</b>	
Действующая жидкость	Тех. вода
Расход насоса	10 л/с
▼ <b>Параметры запуска</b>	
Начальная глубина	0 м
Конечная глубина	4330 м
Размер шага	30 м
Расстояние между узлами	10 м
▼ <b>Момент и натяжение</b>	
▼ <input checked="" type="checkbox"/> <b>Коррекция веса на крюке / индикатора веса</b>	
Вес блока	6 т

Рисунок 38 – Параметры запуска

Учет веса блока, трения в шкивах, а также учет вязкого трения жидкости можно задать в параметрах «Момент и натяжение» на вкладке «Настройки расчета».

Расстояние между узлами	10 м
▼ <b>Момент и натяжение</b>	
▼ <input checked="" type="checkbox"/> <b>Коррекция веса на крюке / индикатора веса</b>	
Вес блока	6 т
Тросов подвешено	8
Механический КПД	97 %
▼ <b>Аналитический метод</b>	
Использовать усиление напряжения изгиба	<input type="checkbox"/>
▼ <b>Модель анализа колонны</b>	
Использовать вязкий момент и сопротивление	<input type="checkbox"/>
Коэффициент прочности на смятие	-
▼ <b>Максимальные затяжки</b>	
Использование % от текучести	100 %
▼ <b>Гидравлика</b>	
Диаметр частиц шлама	2 мм

Рисунок 39 – Момент и натяжение

Операции	
Свойство	Значение
✓ <b>Нормальный анализ моментов и натяжений</b>	
▼ <input checked="" type="checkbox"/> <b>Спуск буровой колонны</b>	
Скорость	0.167 м/с
Частота вращения	0.167 об/с
▼ <input checked="" type="checkbox"/> <b>Подъем буровой колонны</b>	
Скорость	0.167 м/с
Частота вращения	0.167 об/с
▼ <input type="checkbox"/> <b>Вращение на забое</b>	
Осевая нагрузка на долото	- тс
Крутящий момент на забое	- Н*м
▼ <input type="checkbox"/> <b>Бурение слайдом</b>	
Осевая нагрузка на долото	- тс
Крутящий момент на забое	- Н*м
▼ <input type="checkbox"/> <b>Обратная проработка</b>	
Затяжки	- тс
Крутящий момент на забое	- Н*м
<input type="checkbox"/> <b>Вращение над забоем</b>	
▼ <b>Анализ моментов и натяжений сверху-вниз</b>	
▼ <input type="checkbox"/> <b>Пользовательская операция</b>	
Направление анализа	Снизу вверх

Рисунок 40 – Нормальный анализ моментов и натяжений

Для запуска расчета необходимо нажать на кнопку . После завершения расчетов, будут выведены результаты в виде графиков. Вывод графиков можно настроить, нажав на кнопку , которая находится справа от кнопки «Запуск». Наведите курсором на «Выбор графиков» – «Напряжения и силы». Здесь можно выбрать интересующие графики. Все результаты расчетов, выбранных буровых операций, представлены на графиках.