

Программный комплекс «РН-БУРОВЫЕ РАСЧЕТЫ»

ОБЗОР ВОЗМОЖНОСТЕЙ

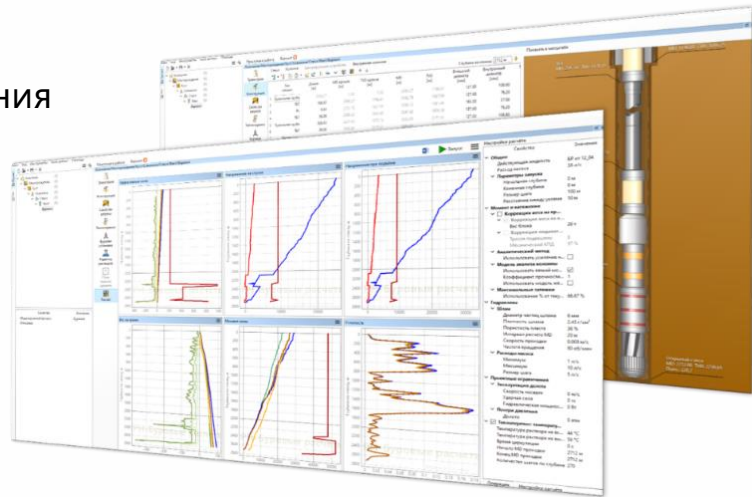
НАУКОЕМКОЕ ИНЖЕНЕРНОЕ ПО

Описание

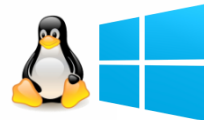
РН-БУРОВЫЕ РАСЧЕТЫ – программный комплекс для инженерных расчетов и математического моделирования технологических процессов при решении задач проектирования и строительства скважин

Преимущества

- Комплексное решение, которое объединяет в себе все виды инженерных расчетов
- Передовые модели и алгоритмы
- Понятный и удобный интерфейс
- Многозадачная работа с несколькими окнами/мониторами
- Экспертная поддержка пользователей тестовых и коммерческих лицензий
- Интеграция с другими продуктами линейки программного обеспечения
- Поддержка ОС семейства Linux



250+
пользователей



Включение в реестр ожидается в 2025 году

ДОРОЖНАЯ КАРТА РАЗВИТИЯ



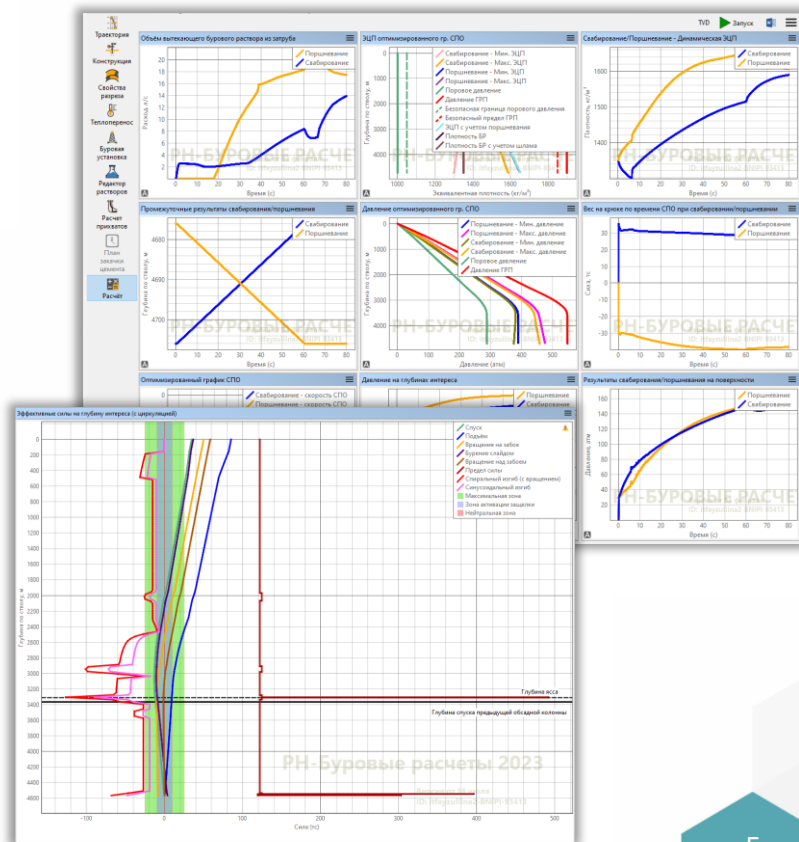
- Проектирование профиля скважины (расчет траектории ствола скважины, анализ рисков пересечений)
- Расчет напряжений и моментов
- Гидравлические расчеты
- Расчета цементирования
- Расчет составов кольматационных смесей
- Базы данных бурового оборудования, приборов измерения, буровых растворов и кольматантов
- Вспомогательные инструменты в виде калькуляторов
- Проектный подход к организации входных данных и результатов расчета
- Развитые инструменты визуализации



ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА

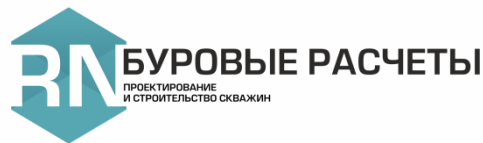
Детальное моделирование для прогнозирования ситуаций

- Расчет нагрузок методом жесткой колонны
- Расчет дохождения КНБК
- Анализ влияния вращения на гидравлику и прочностные характеристики обсадной колонны при цементировании
- Учет влияние эксцентриситета обсадной колонны на гидравлику
- Определение тенденции КНБК. Вибрационные нагрузки на КНБК
- Цементирование с использованием внутренней колонны
- Цементирование комбинированным способом
- Определение циркуляционной температуры ЦР
- Формирование плана заправки цемента для установки цементного моста
- Вычисление места прихвата
- Расчет активации бурового ясса и дохождения импульса удара бурового ясса до долота
- Расчет расхаживания бурового инструмента
- Расчет допустимого снижения гидростатического давления при установке комбинированных противоприхватных ванн
- Модель бурения с управляемым давлением
- Модель свабирования и поршневания



ФУНКЦИОНАЛ ВЕРСИИ 3.0 (в планах)

- 3D моделирование замещения бурового раствора цементным раствором
- Расчет давления закачки на цементировочном агрегате
- Расчет глубины спуска колонны, давления опрессовки
- Расчет обсадной колонны на избыточные давления (внутреннее, наружное)
- Учет реологических свойств бурового раствора при различных температурах (НТНР реометрия)
- Расчет весов и дохождения нагрузки при вращении вертлюга на голове хвостовика
- Формирование геолого-технического наряда (ГТН)
- Расчет влияния различных параметров на вклад в ЭЦП
- Расчет алгоритма контроля качества исходных измерений акселерометров и магнитометров забойной телесистемы
- Расчет однотоочечной коррекции азимутальных углов (SCC)
- Расчет многотоочечного анализа данных (MSA)
- Расчет величины прогиба КНБК на основе анализа детальной модели КНБК для коррекции зенитных углов
- Возможность совместной работы над проектом



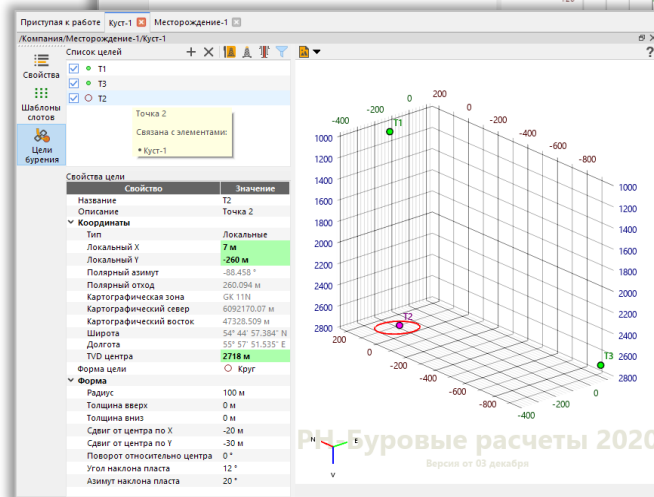
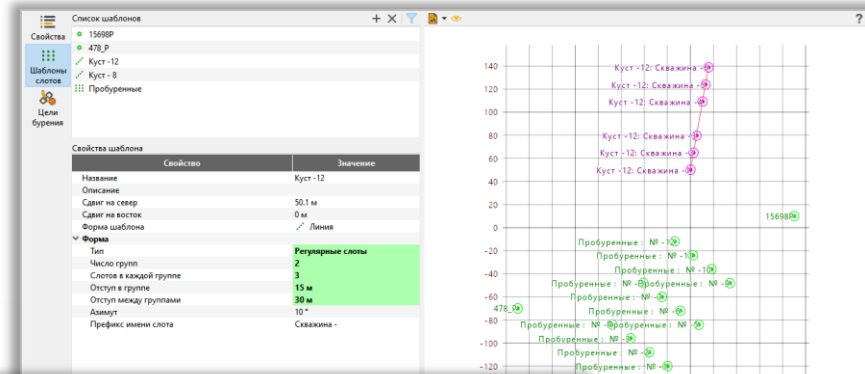
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРАЕКТОРИЙ СКВАЖИНЫ

Редактор слотов скважин

- Задание расположения слотов на кустовой площадке (точка, линия, прямоугольник)
- Задание расположения устьев согласно загруженным координатам
- Отображение площадки со слотами с направлением движения станка (НДС)
- Отображение привязки скважин к слотам

Редактор целей

- Задание формы цели относительно заданного местоположения в локальных, картографических или географических координатах
- Отображение положения цели в трёхмерном виде
- Импорт/экспорт целей из файла
- Оценка качества замеров загрузки траекторий
- Вычисление промежуточной точки замера
- Формирование фактической траектории из выбранных замеров



ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРАЕКТОРИЙ СКВАЖИНЫ

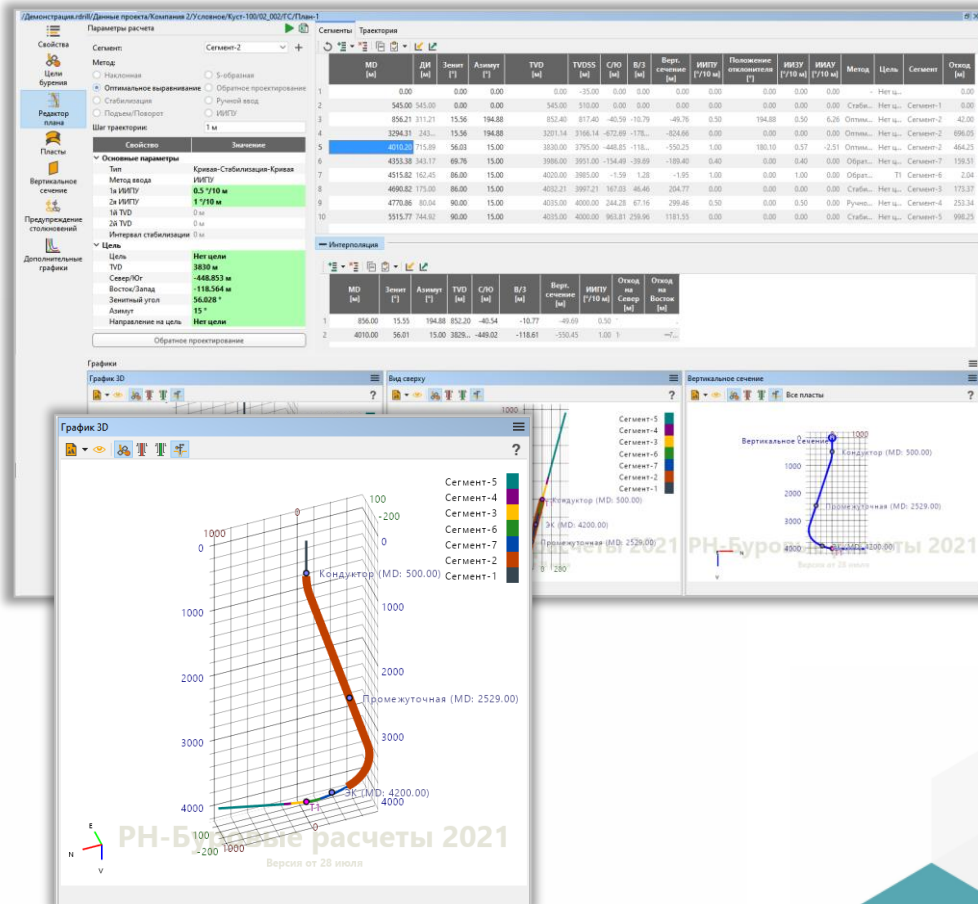
41 способ построения траекторий в 8 методах

- **2D:**
 - Наклонный (J-образный)
 - S-образный
 - Стабилизация
- **3D:**
 - Оптимальное выравнивание (Кривая – стабилизация – кривая, Кривая – кривая)
 - ИИПУ* / положение отклонителя
 - Ручной ввод
 - Обратное проектирование
 - Подъем / поворот

Загрузка траектории скважины

- Импорт данных из файла
- Оценка качества замеров
- Вычисление промежуточной точки замера
- Формирование траектории из выбранных замеров
- Загрузка информации по пластам
- 3D график замера
- График Азимута
- График Зенитного угла
- График переменной кривой

*ИИПУ – интенсивность изменения поворота угла



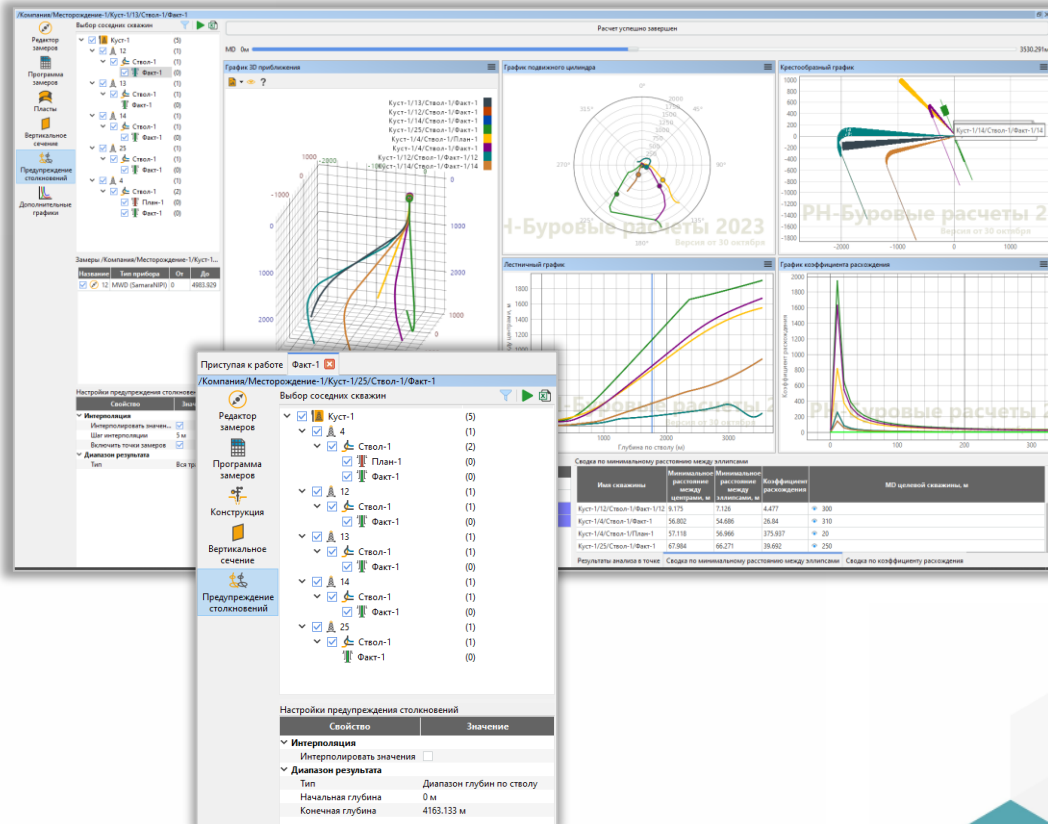
ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ СТОЛКНОВЕНИЙ СТОЛОВ СКВАЖИН

Модели ошибок прибора

- ISCWSA (наиболее сложная и используемая модель)
- Конус ошибок
- Систематический эллипс (модель Вольфа и де-Вардта, WdW)

Модели поверхности ошибок

- Круговой конус (круглая коническая)
- Эллиптический конус (метод педальной кривой)
- Комбинированная ковариация
- Проецируемый вектор



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ СТОЛКНОВЕНИЙ СТОЛОВ СКВАЖИН

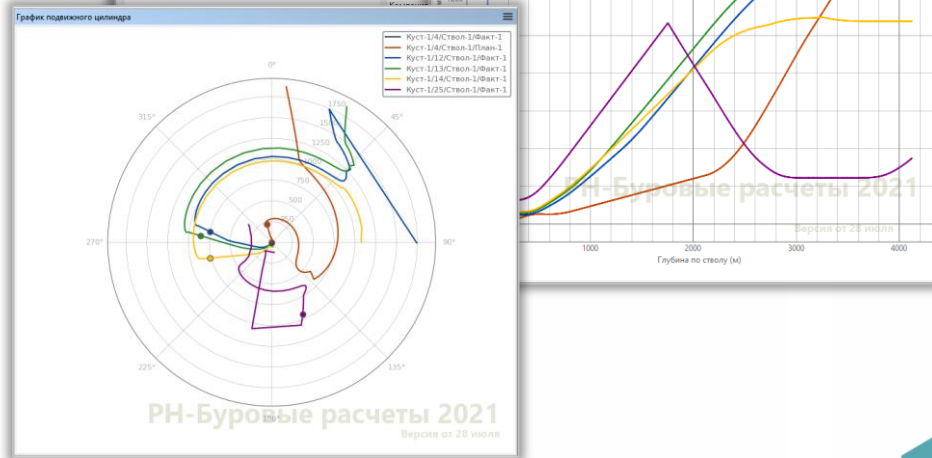
Расчеты предупреждения столкновений

- Расчет области недоверности на некотором замере
- Расчет коэффициента расхождения между двумя скважинами
- Расчет расстояния между скважинами
- Расчет коэффициента расхождения в любой точке указанием глубины или движением микшера на линейке глубины
- Таблица результатов анализа в точке

Графики предупреждения столкновений

- График 3D приближения
- Крестообразный график
- График подвижного цилиндра
- График коэффициента расхождения
- Лестничный график

Результаты анализа		Сводка по минимальному расстоянию между эллипсами				
Показатель	Минимальное значение	Имя скважины	Минимальное расстояние между центрами, м	Минимальное расстояние между эллипсами, м	Коэффициент расхождения	МД целевой скважины, м
Минимальное расстояние между центрами	970.171	Компания/Месторождение/Куст-9/Скважина-16g/Стол-1/Факт-1	970.171	878.937	10.634	4220.11
Минимальное расстояние между эллипсами	878.937	Компания/Месторождение/Куст-9/Скважина-16d/Стол-1/Факт-1	1031.755	973.023	17.567	3251.71
Коэффициент расхождения	10.634	Компания/Месторождение/Куст-9/Скважина-16d/Стол-1/Факт-1	1139.144	1037.983	11.261	2793.13
Уровень предупреждения	-	Компания/Месторождение/Куст-9/Скважина-13/Стол-1/Факт-1	1485.538	1429.963	26.73	2793.13
		Компания/Месторождение/Куст-9/Скважина-16c/Стол-1/Факт-1	1736.092	1690.838	38.363	3251.71
		Компания/Месторождение/Куст-9/Скважина-10/Стол-1/Факт-1	1912.542	1860.03	36.421	3251.71
		Компания/Месторождение/Куст-9/Скважина-8/Стол-1/Факт-1	2012.08	1885.896	15.946	4220.11
		Компания/Месторождение/Куст-9/Скважина-16a/Стол-1/Факт-1	2013.904	1910.199	19.42	4220.11
		Компания/Месторождение/Куст-9/Скважина-15/Стол-1/Факт-1	1969.477	1919.692	39.56	2793.13
		Компания/Месторождение/Куст-9/Скважина-16b/Стол-1/Факт-1	2264.355	2165.923	23.004	4220.11
		Компания/Месторождение/Куст-9/Скважина-11/Стол-1/Факт-1	2253.526	2190.231	35.604	2793.13
		Компания/Месторождение/Куст-9/Скважина-16f/Стол-1/Факт-1	2387.809	2336.308	46.364	2793.13
		Компания/Месторождение/Куст-9/Скважина-2/Стол-1/Факт-1	2458.027	2407.616	48.954	3251.71



МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА БУРЕНИЯ

Конструкция (ствол)

- Выбор обсадных колонн из БД оборудования
- Задание конфигурации ствола скважины
- Возможность импорта/экспорта конструкции в другие проекты

Бурильная колонна

- Выбор элементов КНБК из БД оборудования
- Возможность корректировки свойств элементов КНБК после выбора без использования каталога
- Возможность импорта/экспорта бурильной колонны в другие проекты
- Верификация ошибочно введенных данных
- Визуализация бурильной колонны
- Проведение промежуточных расчетов с бурильной колонной:
 - Расчет длин немагнитных УБТ
 - Расчет объема в рабочей колонне
 - Расчет дохождения КНБК

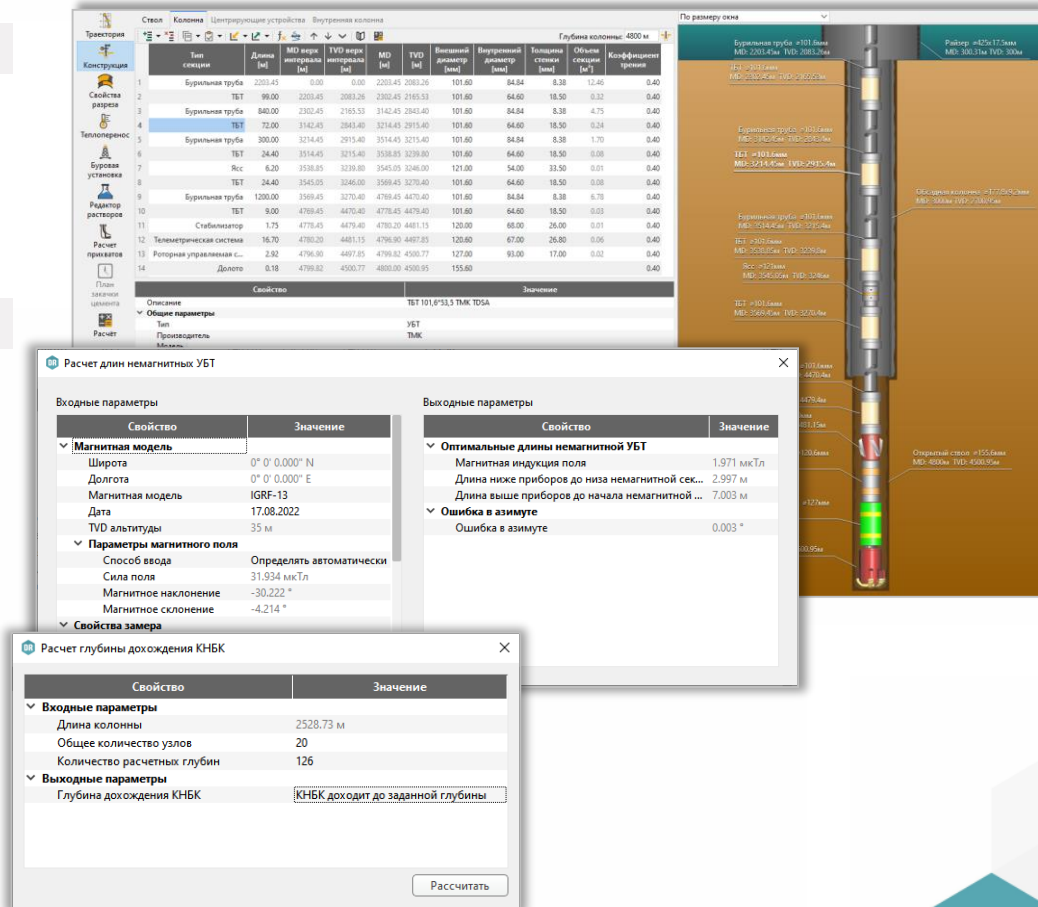


Таблица параметров конструкции (ствол)

№	Тип элемента	Длина [м]	MD перед инструментом [м]	TVD перед инструментом [м]	MD [м]	TVD [м]	Внутренний диаметр [мм]	Внешний диаметр [мм]	Утолщения [мм]	Объем секции [м³]	Коэффициент трения
1	Бурильная труба	2201.45	0.00	2200.45	2009.24	101.80	84.84	6.38	12.40	0.40	
2	ТБТ	99.00	2201.45	2093.24	2200.45	2165.53	101.80	84.80	16.50	0.32	0.40
3	Бурильная труба	840.00	2302.45	2165.53	3142.45	2343.40	101.80	84.84	8.38	4.75	0.40
4	ТБТ	72.00	3142.45	2343.40	3214.45	2315.40	101.80	84.80	18.50	0.34	0.40
5	Бурильная труба	300.00	3214.45	2315.40	3214.45	3215.40	101.80	84.84	8.38	1.70	0.40
6	ТБТ	24.00	3214.45	3215.40	3338.85	3239.80	101.80	84.80	18.50	0.08	0.40
7	Ресс	6.20	3338.85	3239.80	3545.05	3246.00	121.00	54.00	33.50	0.01	0.40
8	ТБТ	24.00	3545.05	3246.00	3569.45	3270.40	101.80	84.80	18.50	0.08	0.40
9	Бурильная труба	1200.00	3569.45	3270.40	4769.45	4470.40	101.80	84.84	8.38	6.78	0.40
10	ТБТ	9.00	4769.45	4470.40	4778.45	4479.40	101.80	84.80	18.50	0.03	0.40
11	Стабилизатор	1.75	4778.45	4479.40	4780.20	4481.15	120.80	88.00	26.00	0.01	0.40
12	Телеметрическая система	16.70	4780.20	4481.15	4796.90	4487.85	120.80	87.00	26.80	0.06	0.40
13	Роторная управляемая с...	2.82	4796.80	4487.85	4799.62	4500.77	127.00	93.00	17.00	0.02	0.40
14	Долото	0.18	4799.82	4500.77	4800.20	4500.95	155.80				0.40

Расчет длин немагнитных УБТ

Свойство	Значение
Магнитная модель	0° 0' 0.000" N
Долгота	0° 0' 0.000" E
Магнитная модель	IGRF-13
Дата	17.08.2022
TVD альтитуды	35 м
Параметры магнитного поля	Определять автоматически
Способ ввода	31.934 мкТл
Сила поля	-30.222 °
Магнитное наклонение	-4.214 °
Свойства замера	

Свойство	Значение
Оптимальные длины немагнитной УБТ	
Магнитная индукция поля	1.971 мкТл
Длина ниже приборов до низа немагнитной сек...	2.997 м
Длина выше приборов до начала немагнитной ...	7.003 м
Ошибки в азимуте	0.003 °

Расчет глубины дохождения КНБК

Свойство	Значение
Входные параметры	
Длина колонны	2528.73 м
Общее количество узлов	20
Количество расчетных глубин	126
Выходные параметры	
Глубина дохождения КНБК	КНБК доходит до заданной глубины

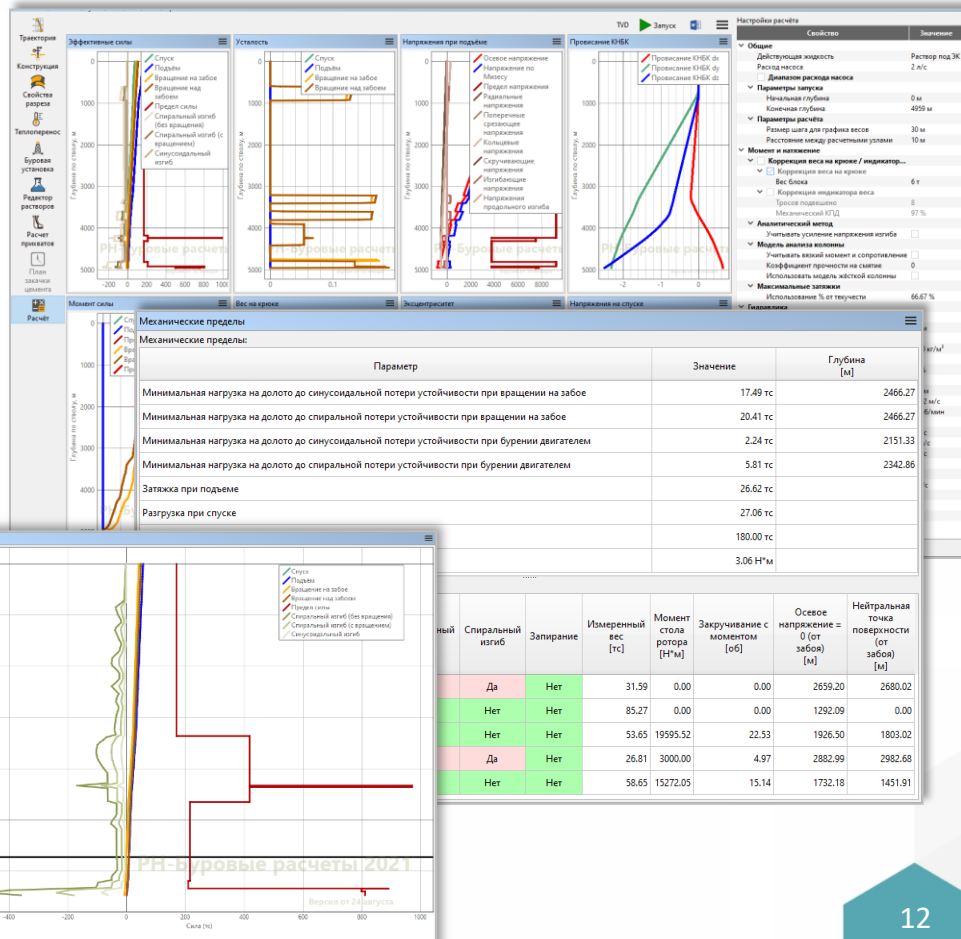
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА БУРЕНИЯ. РАСЧЕТ МЕХАНИКИ

Расчет механики

- Анализ моментов и натяжений
- Учет коррекции веса на крюке/индикатора веса
- Модель анализа колонны:
 - Учет вязкости момента и сопротивления
 - Учет коэффициента прочности на смятие
 - Учет использования модели жесткой колонны
- Сводка по натяжениям и моментам
- Отчет по результатам расчета

Графики расчета механики

- Эффективные силы
- Напряжения на спуске/ на подъеме
- Напряжения при вращении на забое, над забоем
- Напряжения при бурении слайдом
- Вес на крюке
- Момент силы
- Усталость
- Угол скручивания колонны
- Эксцентриситет
- Отклонение колонны
- Провисание КНБК
- Механические пределы (в таблице)
- Тенденции КНБК (ЗУ, АУ, ИИПУ, ИИЗУ, ИИАУ)



- Учет вводимых данных шлама
- Учет расхода насоса
- Проектные ограничения (эксплуатация долота, потери давления долота)
- Теплоперенос (температурная модель)
- Сводка по гидравлике
- Отчет по результатам расчета

- Давление циркуляции
- Скорость потока
- ЭЦП
- Высота шламовой подушки
- Концентрация шлама
- Потери давления на долоте
- Мощность долота / Площадь
- Ударная сила долота
- Скорость истечения жидкости из насадок долота
- Расход для очистки
- Режим течения
- Потери давления в трубе/в затрубе
- Потери давления (в таблице)
- Теплоперенос: температурная модель
- Свабиврование и поршневание



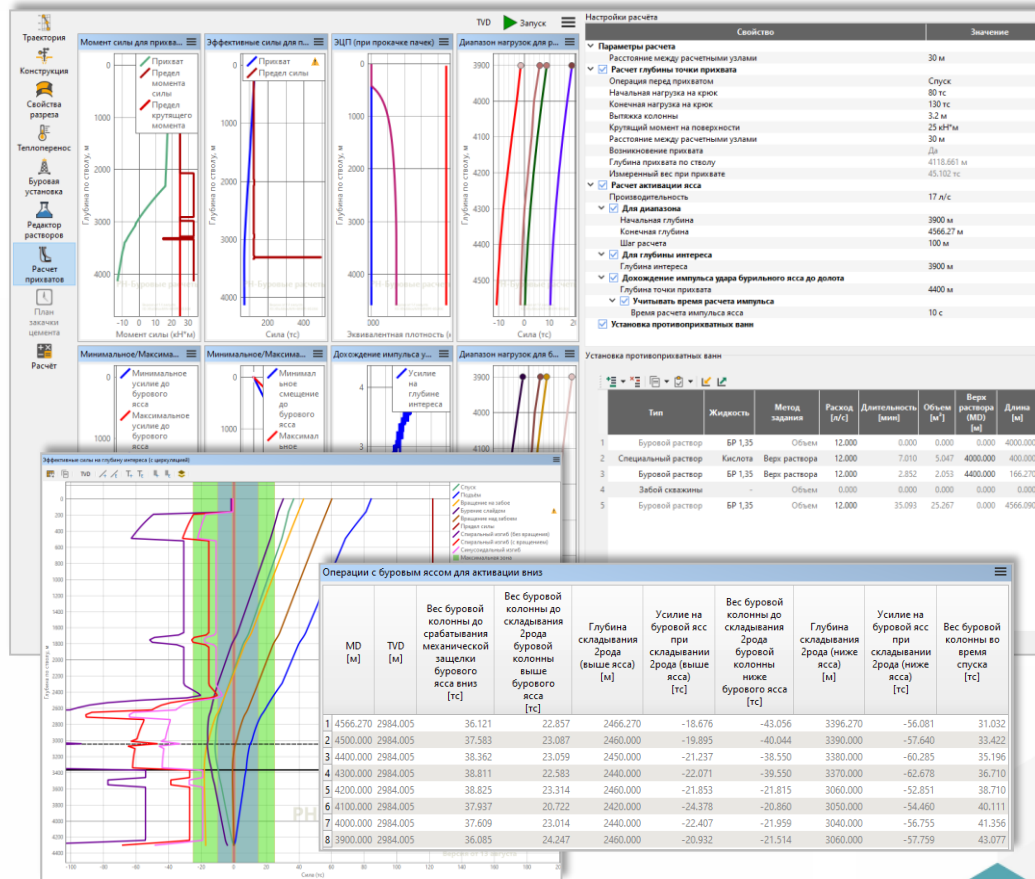
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА БУРЕНИЯ РАСЧЕТ ПРИХВАТА

Расчет прихвата

- Расчет глубины места прихвата
- Расчет активации ясса
 - Для диапазонов
 - Для глубины интереса
 - Дохождение импульса удара бурильного ясса до долота
- Установка противоприхватных ванн

Графики расчета прихвата

- Момент силы для прихвата
- Эффективные силы на глубину интереса (без циркуляции/ с циркуляцией)
- Диапазон нагрузок для работы с буровым яссом по интервалу без циркуляции)
- Диапазон нагрузок для бурового ясса при бурении по интервалу (с циркуляцией)
- Операция с буровым яссом для активации вниз
- Операция с буровым яссом для активации вверх
- Операция с буровым яссом вниз во время бурения
- ЭЦП (при прокачке ванн)



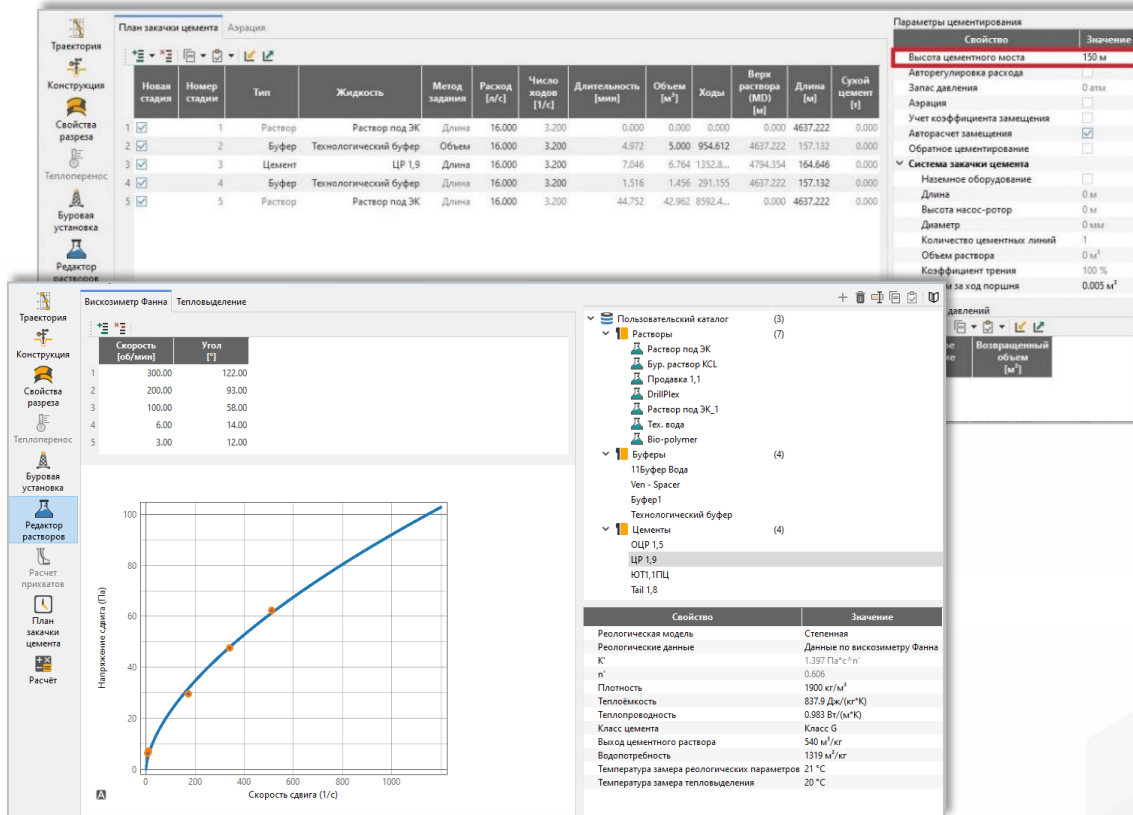
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЦЕМЕНТИРОВАНИЯ, УСТАНОВКА ЦЕМЕНТНОГО МОСТА

Способы цементирования

- Прямое
- Обратное
- Комбинированное
- С использованием внутренней колонны
- Установка цементного моста

Параметры цементирования

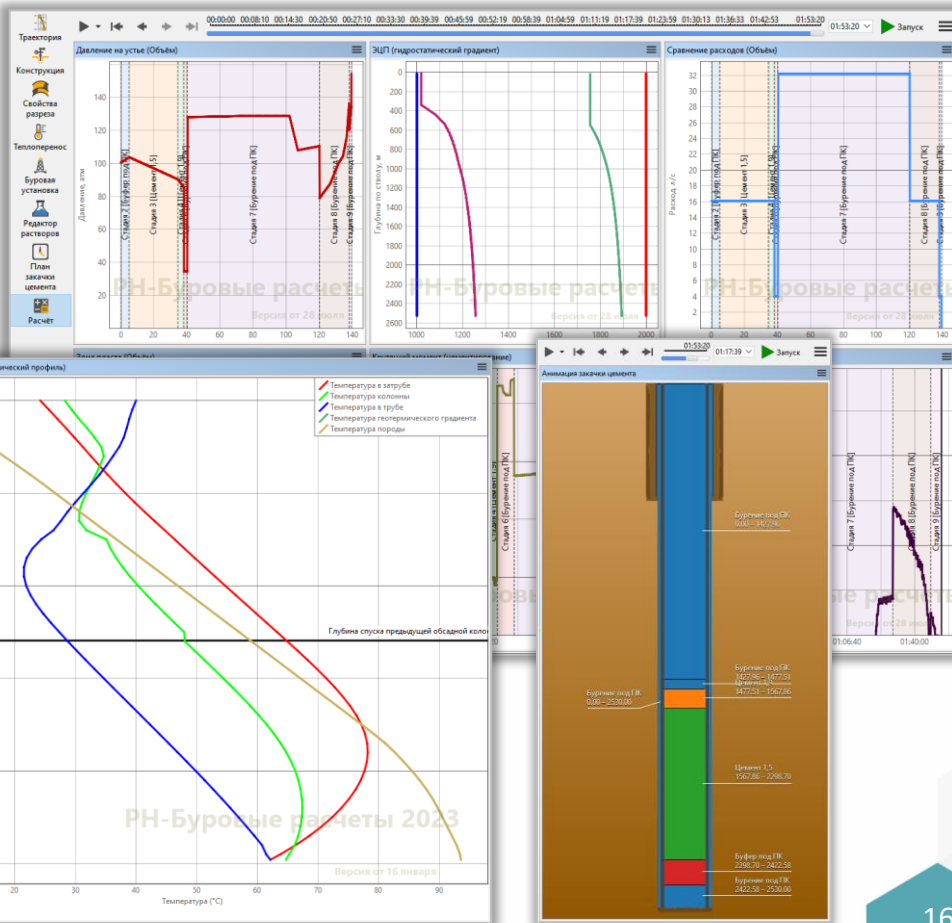
- План зачки цементирования
- Учет азрации
- Учет коэффициента замещения
- Учет нижней разделительной пробки
- Учет центрации обсадной колонны
- Учет реологических моделей жидкостей:
 - Ньютоновская
 - Шведова-Бингама
 - Степенная
 - Гершеля-Балкли
 - Обобщённая Гершеля-Балкли



МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЦЕМЕНТИРОВАНИЯ. РАСЧЕТЫ

Графики расчета цементирования

- Анимация зачки цемент
- Сравнение расходов (Объем, Время, Ходы)
- Давление в зоне пласта (Объем, Время, Ходы)
- Давление в зоне ГРП (Объем, Время, Ходы)
- Давление на устье (Объем, Время, Ходы)
- Коэффициент замещения цементного раствора
- ЭЦП (гидростатический градиент)
- Эродируемость
- Растяжение обсадной колонны
- Вес на крюке
- Крутящий момент
- Центрация
- Эксцентриситет
- Тепловыделение
- Температура цементирования
- Температура при затвердевании цемента
- Реологическая иерархия закиваемых растворов
- Свабирование и поршневание



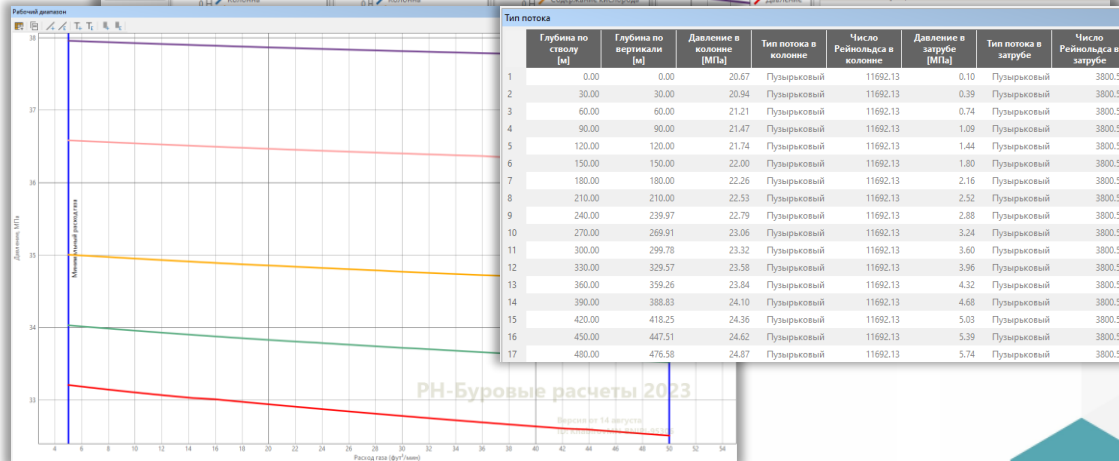
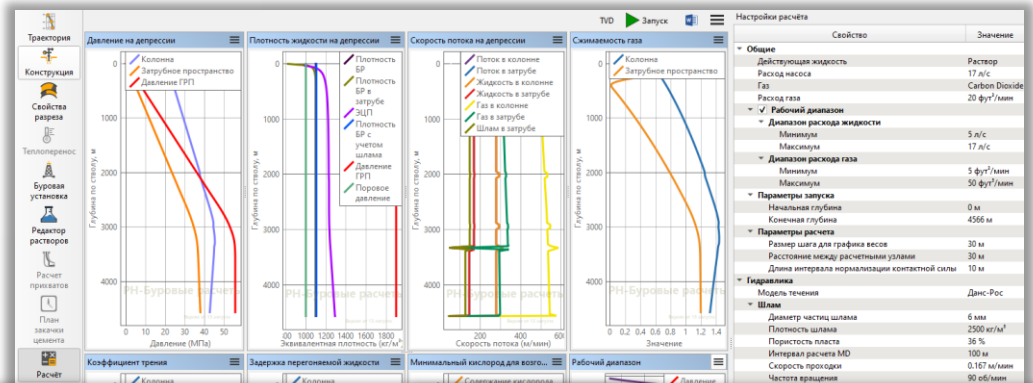
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА БУРЕНИЯ НА ДЕПРЕССИИ

Модели течения

- Беггс-Брилл
- Хагедорн-Браун
- Грей
- Данс-Рос
- Хасан-Кабир
- Унифицированная модель
- Пена

Параметры цементирования

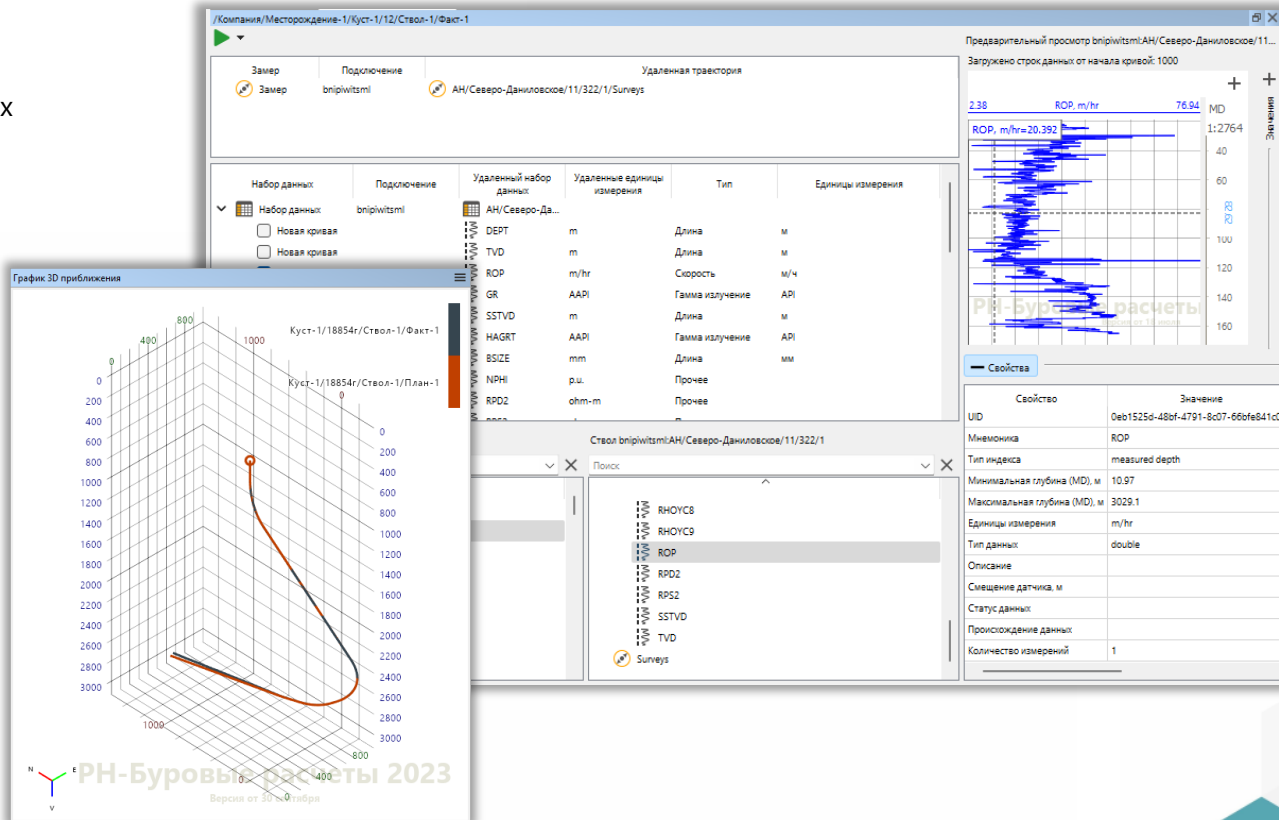
- Давление на депрессии
- Плотность жидкости на депрессии
- Скорость потока на депрессии
- Сжимаемость газа
- Коэффициент трения
- Задержка перегоняемой жидкости
- Тип потока
- Минимальный кислород для возгорания



СОПРОВОЖДЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА СКВАЖИН ПО ПРОТОКОЛУ WITSML

WITSML - клиент

- Загрузка фактической траектории скважины
- Загрузка фактических данных процесса бурения
 - Вес на крюке
 - Скорость бурения
 - Расход
 - и др.
- Отображение загруженных данных на графиках проекта



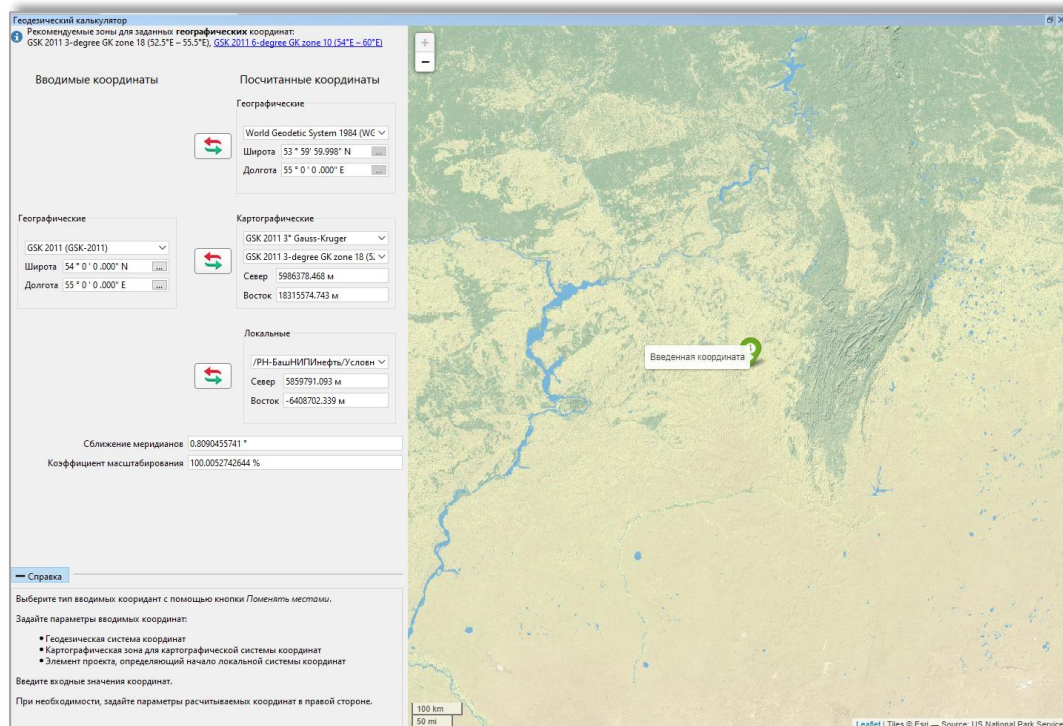
- Формирование проектной документации на строительство скважины с помощью рассчитанных Вариантов
- Формирование программ:
 - Программа на наклонно-направленное бурение
 - Программа спуска обсадных колонн
 - Программа цементирования обсадных колонн
 - Программа встречного (комбинированного) цементирования
- Формирование отчета предупреждение столкновений траекторий для группы скважин («раскустовка»)
- Индивидуальный шаблон отчета



ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ КАЛЬКУЛЯТОРЫ

Геодезический калькулятор

- Задание координаты точки на земном шаре в локальных, географических и картографических координатах для пересчета в другие системы координат
- Учет проекционных систем координат:
 - ГСК 2011
 - МСК
 - СК-95
 - СК-42
 - WGS 84
- Автоматический расчет коэффициента масштабирования
- Автоматический расчет сближения меридианов
- Предложение оптимальных картографических зон, пересчет в которых внесет минимальные искажения



Геодезический калькулятор

Рекомендуемые зоны для заданных географических координат:
 GSK 2011 3-degree GK zone 18 (52.5°E – 55.5°E), GSK 2011 6-degree GK zone 10 (54°E – 60°E)

Вводимые координаты	Посчитанные координаты
Географические World Geodetic System 1984 (WGS 84) Широта: 53° 59' 59.998" N Долгота: 55° 0' 0.000" E	Географические World Geodetic System 1984 (WGS 84) Широта: 53° 59' 59.998" N Долгота: 55° 0' 0.000" E
Географические GSK 2011 (GSK-2011) Широта: 54° 0' 0.000" N Долгота: 55° 0' 0.000" E	Картографические GSK 2011 3° Gauss-Kruger GSK 2011 3-degree GK zone 18 (S) Север: 5986378.468 м Восток: 18315574.743 м
Локальные /РН-БашНИПИнефть/Условн. Север: 5859791.093 м Восток: -6408702.339 м	Локальные /РН-БашНИПИнефть/Условн. Север: 5859791.093 м Восток: -6408702.339 м

Сближение меридианов: 0.8090455741 °
 Коэффициент масштабирования: 100.0052742644 %

Справка

Выберите тип вводимых координат с помощью кнопки **Поменять местами**.
 Задайте параметры вводимых координат:

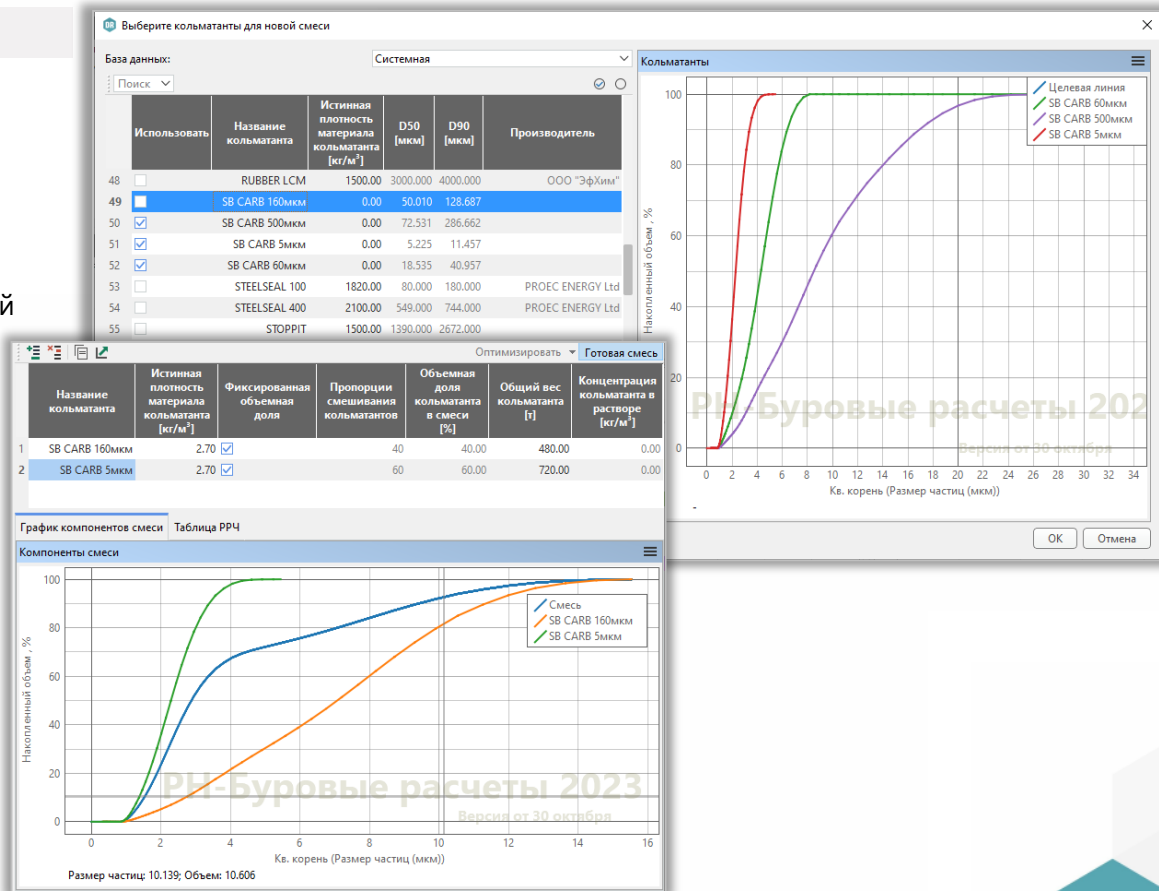
- Геодезическая система координат
- Картографическая зона для картографической системы координат
- Элемент проекта, определяющий начало локальной системы координат

Введите входные значения координат.
 При необходимости, задайте параметры рассчитываемых координат в правой стороне.

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ КАЛЬКУЛЯТОРЫ

Калькулятор коьматантов

- Выбор коьматантов из базы данных
- Редактирование состава смеси
- График распределения размеров частиц выбранных коьматантов
- Несколько способов построения целевой линии
- Расчет оптимальных концентраций компонентов для минимизации отклонений от целевой линии
- Выгрузка отчета



ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ КАЛЬКУЛЯТОРЫ

Буровые калькуляторы

- Жидкости:
 - Смешивание растворов (плотность смешанного раствора)
 - Увеличение плотности раствора (объем смешиваемого/сливаемого раствора)
 - Сжимаемость раствора (объем закачиваемого раствора)
- Гидравлика:
 - Мощность насоса (расход насоса/объема за ход поршня)
 - Затрубное пространство (объем в затрубном пространстве)
 - Труба (объем раствора в трубах и скорости движения)
- Тест герметичности (давление ГРП/градиент давления ГРП)
- Погонный вес (в воздухе/ в растворе)
- Длина каната для отрезки

Сжимаемость раствора	
Свойство	
▲ Входные параметры	
Тестовое давление	30 МПа
Объем ствола скважины	15 м ³
Буровой раствор	На основе нефти
▲ Выходные параметры	
Закачать объем раствора	0.297 м ³

Смешивание растворов	
Свойство	
▲ Входные параметры	
Объем раствора 1	1 м ³
Плотность раствора 1	1000 кг/м ³
Объем раствора 2	0.5 м ³
Плотность раствора 2	1100 кг/м ³
▲ Выходные параметры	
Плотность смешанного раствора	1033.333 кг/м ³
Общий объем	1.5 м ³

Разбавление/Увеличение плотности раствора	
Свойство	
▲ Входные параметры	
Начальный объем	1 м ³
Начальная плотность	1030 кг/м ³
Необходимая плотность	1050 кг/м ³
Смешиваемый раствор	1200 кг/м ³
Оставить начальный объем	☒
▲ Выходные параметры	
Объем смешиваемого раствора	0.118 м ³
Общий объем	1 м ³
Объем сливаемого раствора	0.118 м ³

Погонный вес	
Свойство	
▲ Входные параметры	
Внутренний диаметр	100 мм
Внешний диаметр	150 мм
Длина	1500 м
Плотность раствора	1030 кг/м ³
Материал	Сталь
▲ Выходные параметры	
В воздухе	115.601 т
В растворе	77.067 кг/м
В воде	100.433 т

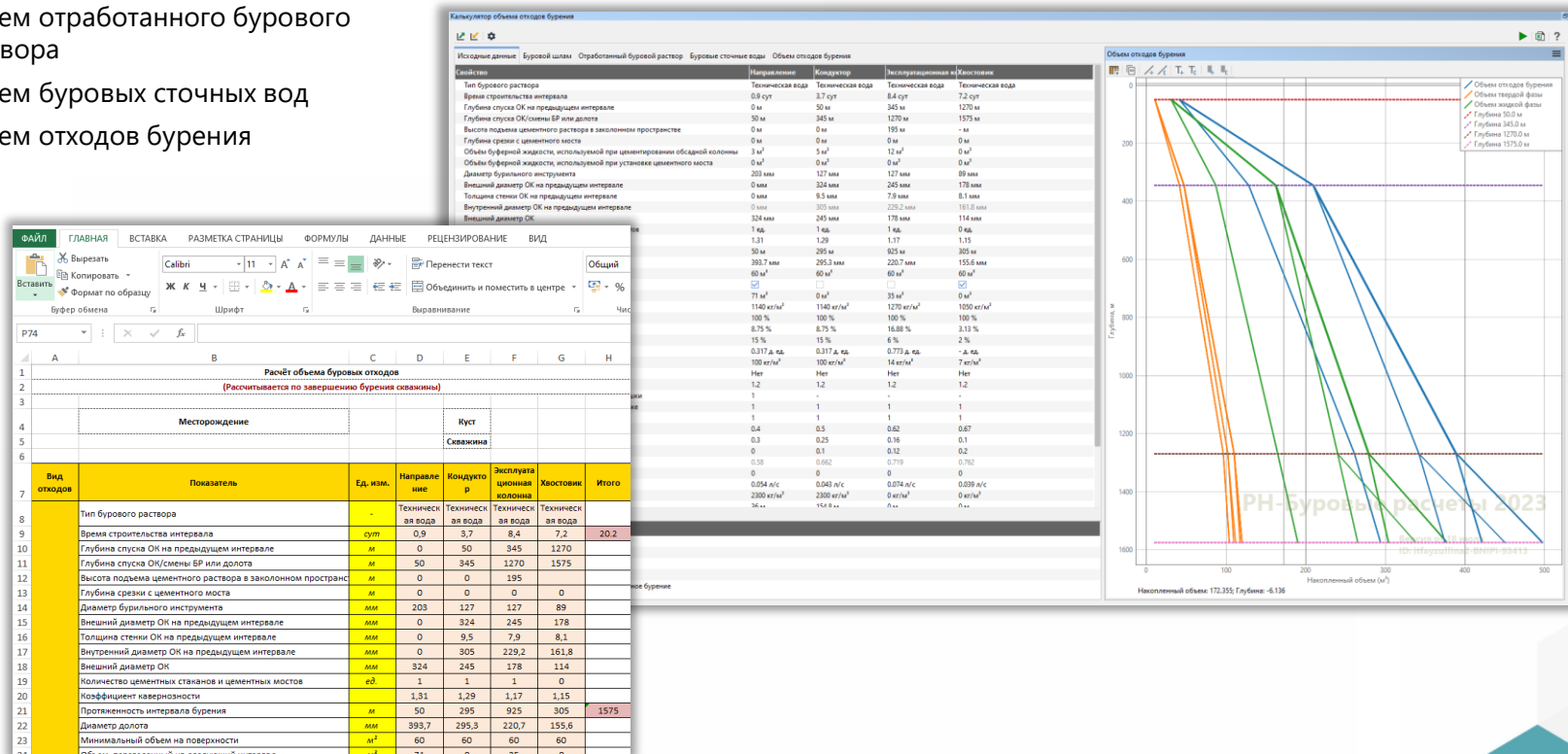
Длина каната для отрезки	
Свойство	
▲ Входные параметры	
Высота вышки	< 20.4 м
Диаметр барабана	0.2794 м
▲ Выходные параметры	
Количество витков	12.5
Длина для отрезки	10.972 м

Мощность насоса	
Свойство	
▲ Входные параметры	
Количество цилиндров	3
Объемная эффективность	0.8
Скорость хода	1 ход/с
Диаметр втулки	76 мм
Диаметр поршня	70 мм
Диаметр штока	12 мм
▲ Выходные параметры	
Расход	82.997 л/мин
Скорость	1.383 л/ход

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ КАЛЬКУЛЯТОРЫ

Калькулятор объема отходов бурения

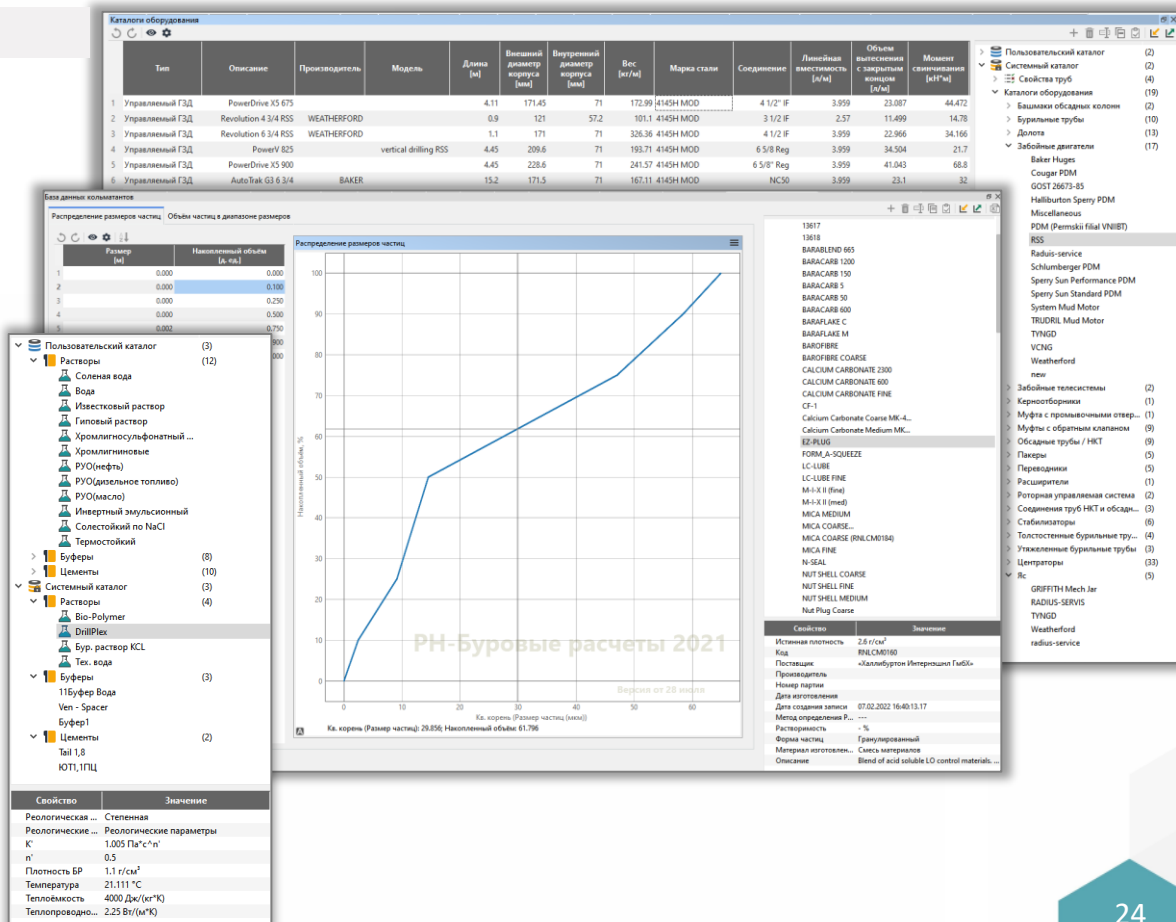
- Объем отходов бурового шлама
- Объем отработанного бурового раствора
- Объем буровых сточных вод
- Объем отходов бурения



БАЗА ДАННЫХ БУРОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ, РАСТВОРОВ, КОЛЬМАТАНТОВ

Основные возможности

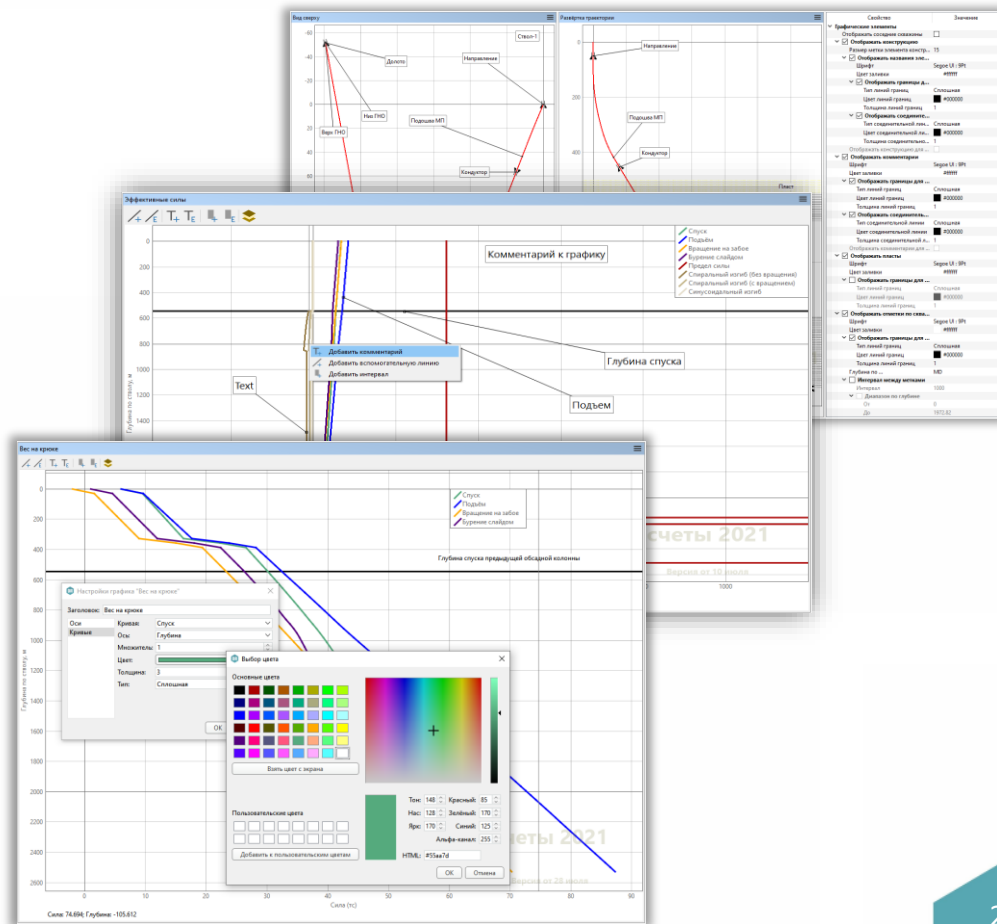
- Наиболее используемые виды оборудования
- Наполнение базы данных оборудования
- Каталог бурового оборудования
- Данные по материалам, маркам стали, классам износа и влиянию температур
- Возможность импорта оборудования из файла во внутреннем формате
- Возможность управлять базой данных (добавлять, редактировать, удалять)



ИНДИВИДУАЛЬНАЯ НАСТРОЙКА ГРАФИКОВ

Пользовательские настройки

- Добавление примечаний и комментариев на графиках с траекториями скважин:
 - Отображение конструкции
 - Примечания к траектории ствола
 - Отображение пластов
 - Отображение отметок по вертикали и по стволу
- Отображение пластов, добавление текстовых комментариев, линий и интервалов для внесения пользовательской информации на графиках результатов расчета





БУРОВЫЕ РАСЧЕТЫ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ
И СТРОИТЕЛЬСТВО СКВАЖИН

По всем вопросам

rndrilling@rosneft.ru



<https://rn.digital/rndrillcalc>

Правообладатель: ПАО «НК «Роснефть»
Разработчик: ООО «РН-Технологии»