

# ExpertProDrilling Экспертная система

---

Начинаем работать  
2020



## Начинаем работать: моделирование бурильной колонны в скважине

В данном руководстве приведено описание процедуры установки программного обеспечения ExpertProDrilling на персональный компьютер, а также изложены базовые понятия и приемы, применяющиеся для описания исходных данных, запуска расчетов и анализа результатов для следующих типов анализа в рамках приложения:

- **Torque & Drag анализ бурильной колонны:** Оценка сил и моментов сопротивления движению колонны в скважине для стандартного набора технологических операций: роторное бурение, бурение забойным двигателем, вращение над забоем, спуск/подъем колонны, прямая/обратная проработка ствола и технологические операции. Программное обеспечение ExpertProDrilling предназначено для расчета и оценки напряженно-деформированного состояния колонны в скважине, визуализации расчетов и генерации отчета. В основе расчетов заложены математические модели с учетом последних разработок в области буровой механики. В программном обеспечении локализованы базы данных материалов, каталоги трубной продукции и инструменты, позволяющие пользователю выполнить расчет.

В руководстве пошагово рассматривается процедура Torque&Drag анализа – от описания исходных данных, до анализа результатов расчета.

Предполагается, что Вы будете проходить данной руководство последовательно; при рассмотрении отдельных разделов информация может быть неполной.



## Совместимость

	32-bit	64-bit
Windows XP	✓	✓
Windows Vista	✓	✓
Windows 7	✓	✓
Windows 8	✓	✓
Windows 10	✓	✓

## Ответственность и авторские права

Данное руководство может изменяться время от времени. Авторы не несут никакой ответственности за любые ошибки и несоответствия, которые могут иметь место в данном документе.

ООО «Вычислительная механика». Все права защищены ©, 2020.

Все товарные знаки принадлежат их законным владельцам.

## Контактная информация

Контактное лицо:

Нургалеев Альберт Ренатович

Тел.: +7 910-493-62-95

E-mail: nurgaleevar@tmk-group.com

**СОДЕРЖАНИЕ**

<b>НАЧИНАЕМ РАБОТАТЬ: МОДЕЛИРОВАНИЕ БУРИЛЬНОЙ КОЛОННЫ В СКВАЖИНЕ.....</b>	<b>2</b>
<b>УСТАНОВКА ПРОГРАММЫ EXPERTPRODRILLING .....</b>	<b>6</b>
<b>1. ИНТЕРФЕЙС .....</b>	<b>10</b>
1.1. Общая структура .....	10
1.2. Организация расчета .....	13
1.3. Настройки интерфейса .....	14
1.3.1. Система единиц .....	15
1.3.2. Режим доступа .....	16
1.3.4. Рабочий каталог .....	17
1.3.5. Стиль интерфейса.....	18
1.4. Базы данных и инструменты .....	19
1.4.1. БД материалов, пород, буровых растворов.....	20
1.4.1.1. База данных материалов .....	23
1.4.1.2. База данных пород.....	24
1.4.1.3. База данных растворов.....	25
1.4.2. База данных деталей.....	26
1.4.2.1. Редактор детали .....	29
1.4.3. Каталог ТМК.....	35
1.4.4. Редактор траектории скважины .....	37
1.4.5. Редактор конструкции скважины.....	42
1.4.6. Редактор компоновки колонны .....	45
1.4.7. Работа с каталогом ТМК.....	52
1.5. Интерфейс проекта.....	56
1.5.1. Создание нового проекта .....	57
1.5.2. Сохранение проекта .....	58
1.5.3. Загрузка проекта .....	59
1.5.4. Окно проекта.....	60
1.5.4.1. Дерево проекта.....	60
1.5.4.2. Общая информация .....	61
1.5.4.3. Исходные данные .....	62
1.5.4.4. Интерфейс анализа .....	65
1.5.4.1. Создание отчетов.....	68
<b>2. ОБУЧАЮЩИЙ ПРОЕКТ .....</b>	<b>70</b>
2.1. Ввод общей информации.....	71
2.2. Описание исходных данных .....	73
2.2.1. Траектория скважины .....	73
2.2.2. Конструкция скважины.....	74
2.2.3. Компоновка низа колонны.....	75
2.2.4. Компоновки верха колонны .....	76





<b>2.3. Torque &amp; Drag Анализ .....</b>	<b>78</b>
2.3.1. Описание сценариев .....	80
2.3.2. Запуск расчета.....	86
2.3.3. Анализ результатов .....	87
2.3.3.1. Графики .....	88
2.3.3.2. Табличное представление .....	91
2.3.3.1. Эллипс пластичности .....	92
2.3.3.2. Область допустимых значений .....	93



## Установка программы ExpertProDrilling

Данный раздел содержит описание действий необходимых для установки программного обеспечения ExpertProDrilling.

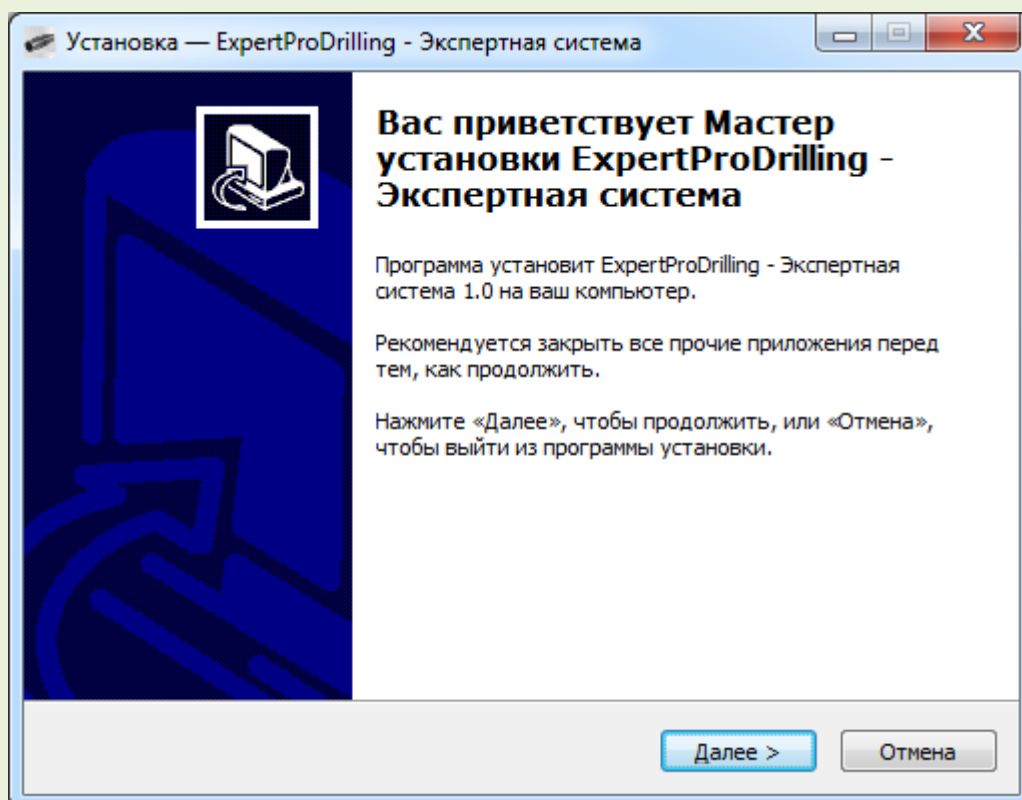
### Структура программы ExpertProDrilling

Программа ExpertProDrilling (здесь и далее - ExPD) включает единый интерфейс и набор исполняемых файлов, применяемых для расчета и представления результатов.

### Установка программы ExPD

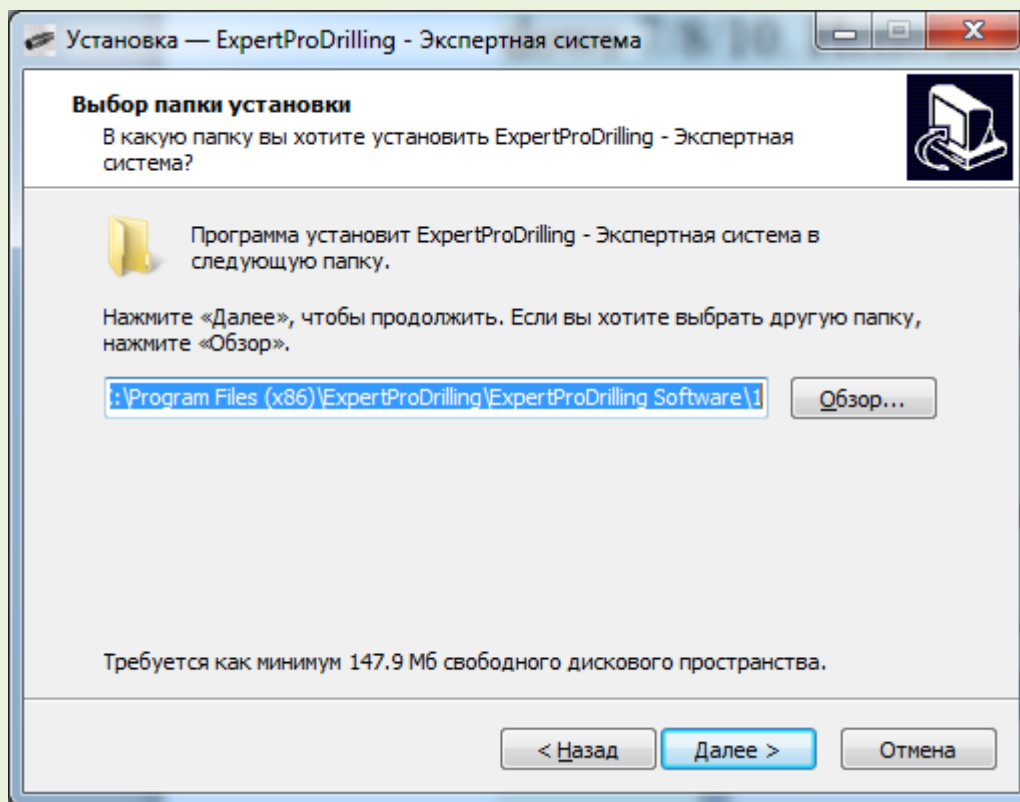
Запускаем файл инсталляции и следуем инструкциям.

**Внимание!** Для корректной установки программы требуются права администратора.

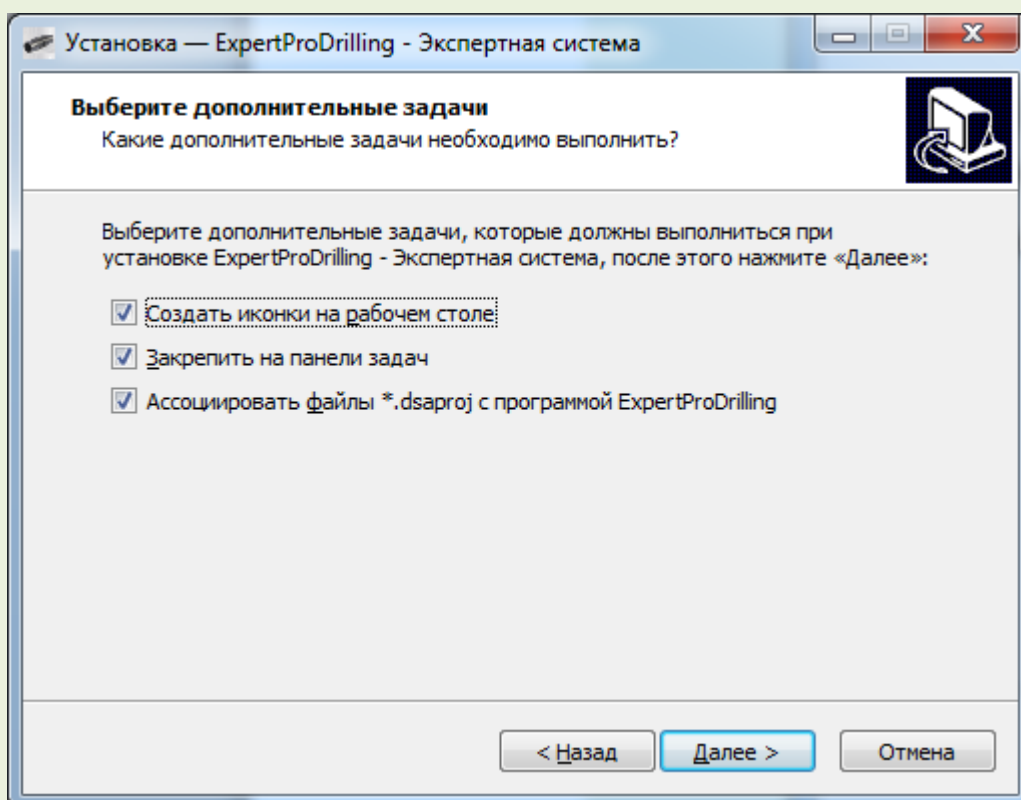
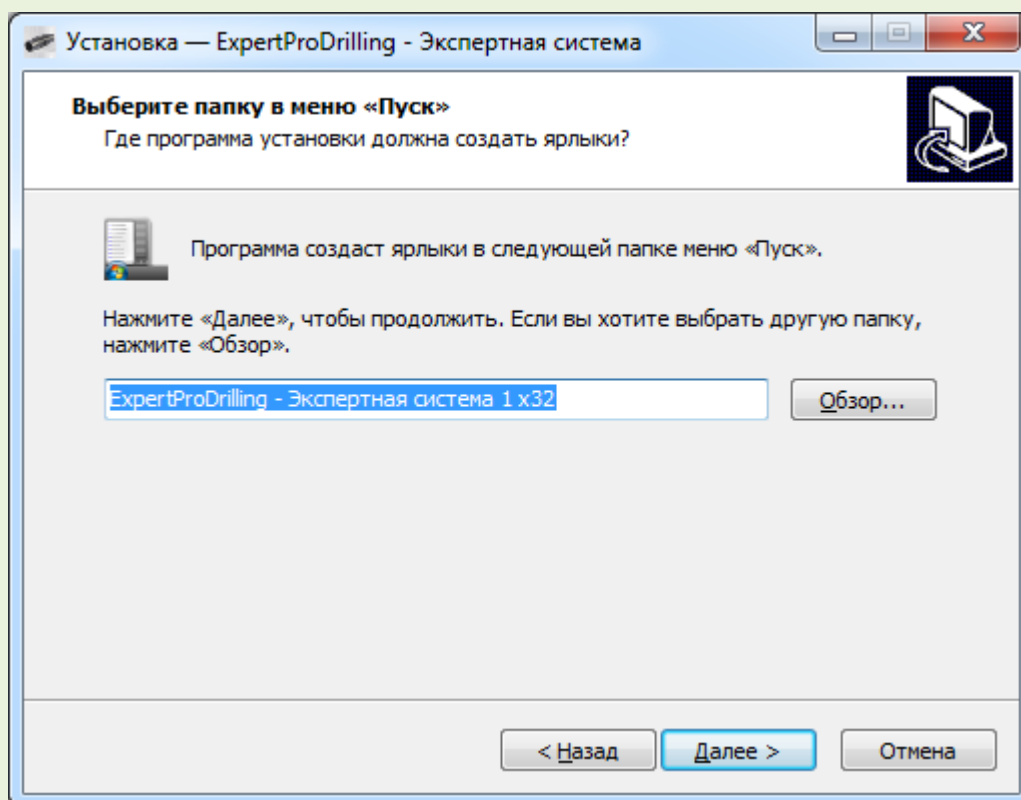


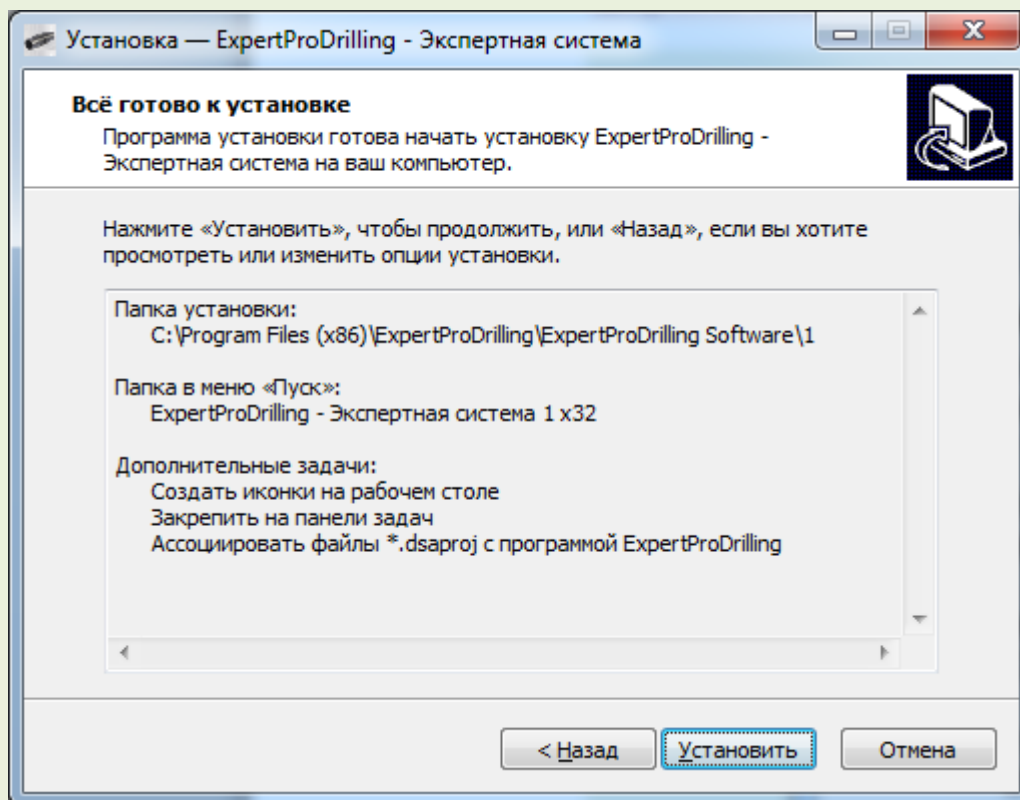


По умолчанию программа предложит установить приложение в каталог *c:\Program Files \ExpertProDrilling\ExpertProDrilling Software\1* для Windows XP и в каталог *c:\Program Files (x86)\ExpertProDrilling\ExpertProDrilling Software\1* для Windows 7/8/10. Исполняемые файлы приложения будут скопированы по выбранному пути.

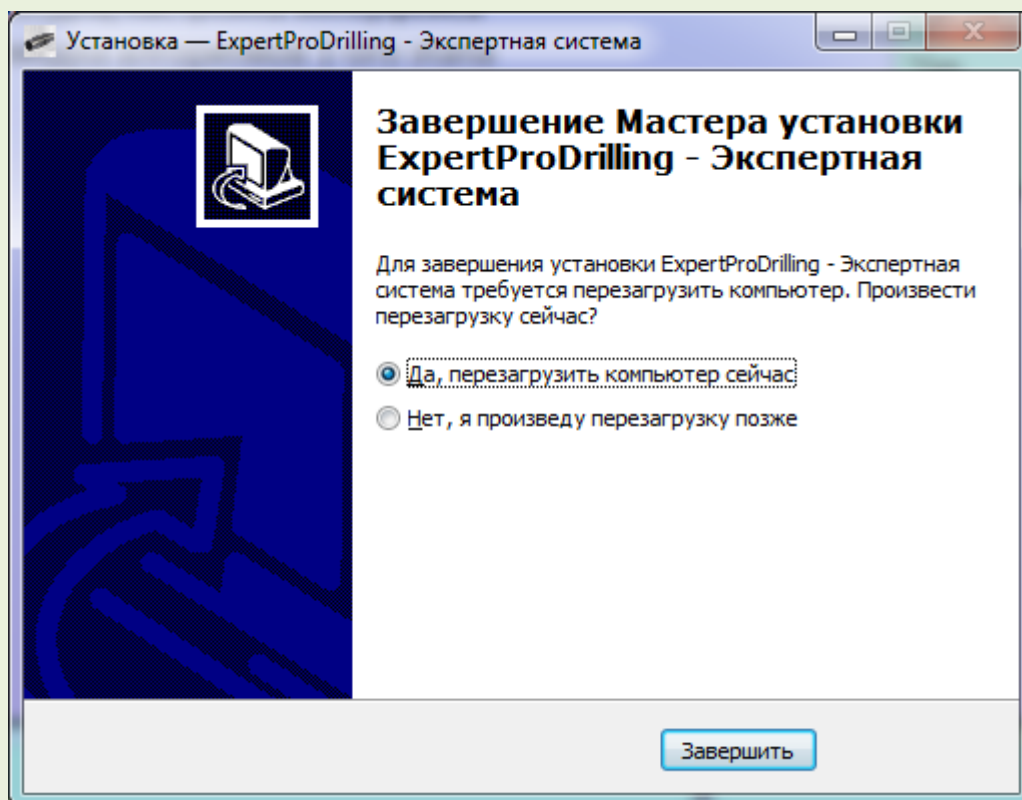


Базы данных, вспомогательные файлы, примеры и документация по умолчанию копируются в каталог *C:\Documents and Settings\All Users\ExpertProDrilling\ExpertProDrilling Software\1* для Windows XP и в каталог *c:\Users\Public\Documents\ExpertProDrilling\ExpertProDrilling Software\1* для Windows 7/8/10.





Для завершения установки потребуется перезагрузить компьютер. После перезагрузки приложение готово к работе.





# 1. Интерфейс

Данный раздел содержит общую информацию о структуре приложения ExpertProDrilling, основных инструментах, используемых для описания исходных данных для Torque & Drag анализа и организации расчетов.

## 1.1. Общая структура

Интерфейс приложения ExpertProDrilling предназначен для ввода исходных данных, формирования заданий для решателя, контроля выполнения расчетов, представления и постобработки результатов Torque&Drag анализа.

Интерфейс обеспечивает возможность сохранения исходных данных в формате специализированных баз данных, отображение рассчитанных результатов и выгрузку данных в отчеты в форматах MS Excel и PDF.

### Torque&Drag анализ

Интерфейс приложения обеспечивает возможность описания, расчета и анализа результатов для набора вариантов эксплуатационных режимов для одной или нескольких технологических операций; оценку уровня критических операционных нагрузок; анализа влияния сил трения на распределение осевых сил и моментов по длине колонны, и т.д.

### Структура данных

Torque & Drag анализ проводится в рамках *Расчетного проекта* (далее - *Проект*). Интерфейс обеспечивает работы с одним или несколькими проектами следующего содержания:

- *Исходные данные*

Исходные данные по траектории и конструкции скважины, компоновки нижней и верхней частей бурильной колонны.

- *Анализ*

*Проект* может включать множество наборов исходных данных для расчета – *сценариев*, которые могут запускаться последовательно или в параллельных потоках. *Сценарий* соответствует единичному положению выбранной колонны в скважине, набору эксплуатационных параметров и опций, специфичных для конкретного вида анализа. Интерфейс позволяет анализировать результаты для отдельного сценария, а также проводить сравнение данных нескольких сценариев.



## Генератор отчетов

Приложение поддерживает автоматическое создание отчетов в формате PDF. Пользователь имеет возможность выбирать данные для отчета: от отдельного снимка экрана, до полного описания проекта.

## Главное окно

**Главное окно** приложения обеспечивает доступ к общим настройкам приложения, базам данных и проектам, а также отдельным инструментам, которые могут использоваться без создания расчетного проекта.

Задание исходных данных, настройка решателя, расчет, обработка результатов и создание отчетов по результатам расчета реализуется в **Окне проекта**.

The screenshot displays the software interface. At the top, there is a main menu bar with icons for 'Новый проект' (New project), 'Открыть проект' (Open project), 'Материалы' (Materials), 'Породы' (Lithologies), 'Буровые растворы' (Drilling fluids), 'Каталог деталей' (Parts catalog), 'Каталог ТМК' (TMK catalog), 'Траектория скважины' (Well trajectory), 'Конструкция скважины' (Well construction), 'Компоновка колонны' (Column assembly), 'Работа с каталогом ТМК' (Work with TMK catalog), 'Настройки' (Settings), 'О программе...' (About...), and 'Начинаем работать...' (Let's start working...). A red box highlights the 'Новый проект' and 'Открыть проект' icons.

Below the menu bar is the 'Главное окно' (Main window) with tabs for 'Общая информация' (General information), 'Исходные данные' (Initial data), 'T&D: Базовые операции' (T&D: Basic operations), and 'Генератор отчета' (Report generator). The 'T&D: Базовые операции' tab is active, showing a tree view of the project structure on the left and a configuration panel on the right. The configuration panel includes fields for 'Имя: Роторное бурение 1', 'Положение в скважине' (Well position), 'Well Trajectory 1', 'Конструкция скважины' (Well construction), 'Wellbore construction 1', and 'Положение долота, м' (Bit position, m) set to 1748.03. Below this are sections for 'Исходные данные' (Initial data) with dropdowns for 'КНБК' (BHA), 'Буровая колонна' (Drillstring), 'Буровой раствор' (Drilling fluid), and 'Операция' (Operation) with radio buttons for 'Роторное бурение' (Rotary drilling), 'Бурение забойным двигателем' (Bottom hole drilling), and 'Вращение над забоем' (Rotation above the bit).

On the right side of the configuration panel is a 'Расширенные настройки' (Advanced settings) section with a 'Положение в скважине' (Well position) tab. It contains a 'Графики' (Plots) section with a '3D схема' (3D model) view. The plot shows a 3D well trajectory in a coordinate system with 'Горизонтальное смещение, м' (Horizontal displacement, m) on the x-axis (ranging from -400 to 2000) and depth on the y-axis (ranging from 0 to -1000). The trajectory is shown as a red line curving downwards and to the right.

At the bottom of the window, there is a status bar with the text: 'Система единиц: СИ' (SI system of units), 'Разработчик' (Developer), and 'ExpertProDrilling - Экспертная система : Официальный релиз : All rights reserved (c), 2019-2019'.





**Главное окно**

**Базы данных**

Соединение: ТМК UP CWB | Наружный диаметр колонны: 60.320 | Толщина: 4.8

Группа прочности муфты: | Тип муфты: Regular | Тип шаблона: | HC: | Cr: | S: | GW Option: |

**ТЕХНИЧЕСКИЙ ЛИСТ ДАННЫХ ТМК UP CWB 60.32 X 4.83 110CrNi [Regular]**

ХАРАКТЕРИСТИКИ СОЕДИНЕНИЯ	ПАРАМЕТРЫ ТЕЛА ТРУБЫ		
Наружный диаметр соединения, (мм)	73	Вес трубы с гладкими концами, (кг/м)	6.61
Внутренний диаметр соединения, (мм)	50.7	Номинальный погонный вес, (кг/м)	6.85
Потеря длины при свинчивании, (мм)	64.1	Номинальный внутренний диаметр, (мм)	50.66
Площадь опасного сечения соединения, (мм <sup>2</sup> )	1375	Диаметр шаблона, (мм)	1.375
Растяжение до предела текучести, (кН)	638	Площадь сечения трубы, (мм <sup>2</sup> )	842
Сжатие до предела текучести, (кН)	638	Растяжение до предела текучести, (кН)	638
Эффективность соединения на растяжение	100%	Минимальное внутреннее давление до п	106.2
Эффективность соединения на сжатие (не менее)	100%	Сминающее давление, (МПа)	111.5
Минимальное внутреннее давление до предела текучести, (МПа)	106.2	Минимальный предел текучести, (МПа)	758
Сминающее давление, (МПа)	111.5	Минимальный предел прочности, (МПа)	862
Игиб, (град/30м)	0		

ТИПОРАЗМЕР: 0

**Главное окно**

**Инструменты**

Sample Wellpath\_gs.wlp - Редактор Траектории скважины

Sample Wellbore\_tmh\_gs.wlb - описание бурильной колонны

Sample Rotary\_BHA.bha - описание бурильной колонны

Бурильная колонна

Деталь/Се...	Кол-во	Нар.диам...	Внутр.ди...	Длина, м	Пог. Масс...	Длина БК...	Макс.крут...	Макс.осев...	Наз...
12 1/4" PD...	1	311.15	25.4	0.458	478.23	0.458	0	0	
Cutting str...	311	25.4	0.051	592.34	0.051				
Body		311.15	71.12	0.28	565.71	0.331			
Shank	209.55	71.12	0.127	239.54	0.458				
12 1/4 Sta...	1	209.55	76.2	0.914	234.93	1.372	0	0	
Bottom		209.55	76.2	0.152	234.93	0.61			
Blade		209.55	76.2	0.61	234.93	1.22			
Top		209.55	76.2	0.152	234.93	1.372			
Collar	1	209.55	76.2	1.524	234.93	2.896	0	0	
1		209.55	76.2	1.524	234.93	2.896			
MFR tool	1	209.55	132.84	8.534	161.93	11.43	0	0	
12 3/16" S...	1	209.55	78.74	1.829	232.5	13.259	0	0	
MWD tool	1	209.55	131.32	6.706	164.41	19.965	0	0	
1		209.55	131.32	6.706	164.41	19.965			
Crossover	1	209.55	76.2	0.61	234.93	20.575	0	0	
12 1/4 Roll...	1	311.15	71.12	3.049	435.2	23.624	0	0	

Устье

Продольное сечение БК

Диаметр, мм

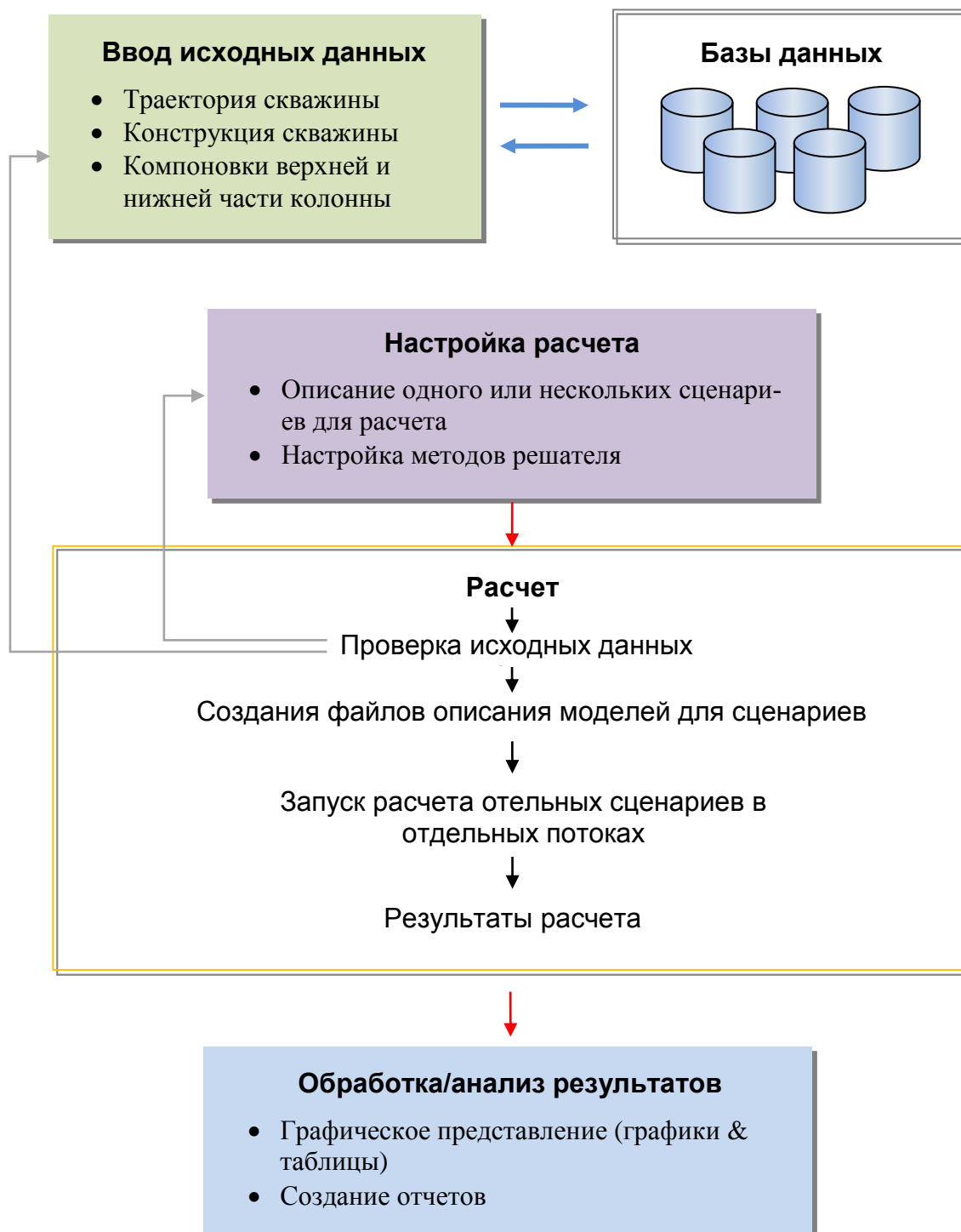
Расстояние от долота, м





## 1.2. Организация расчета

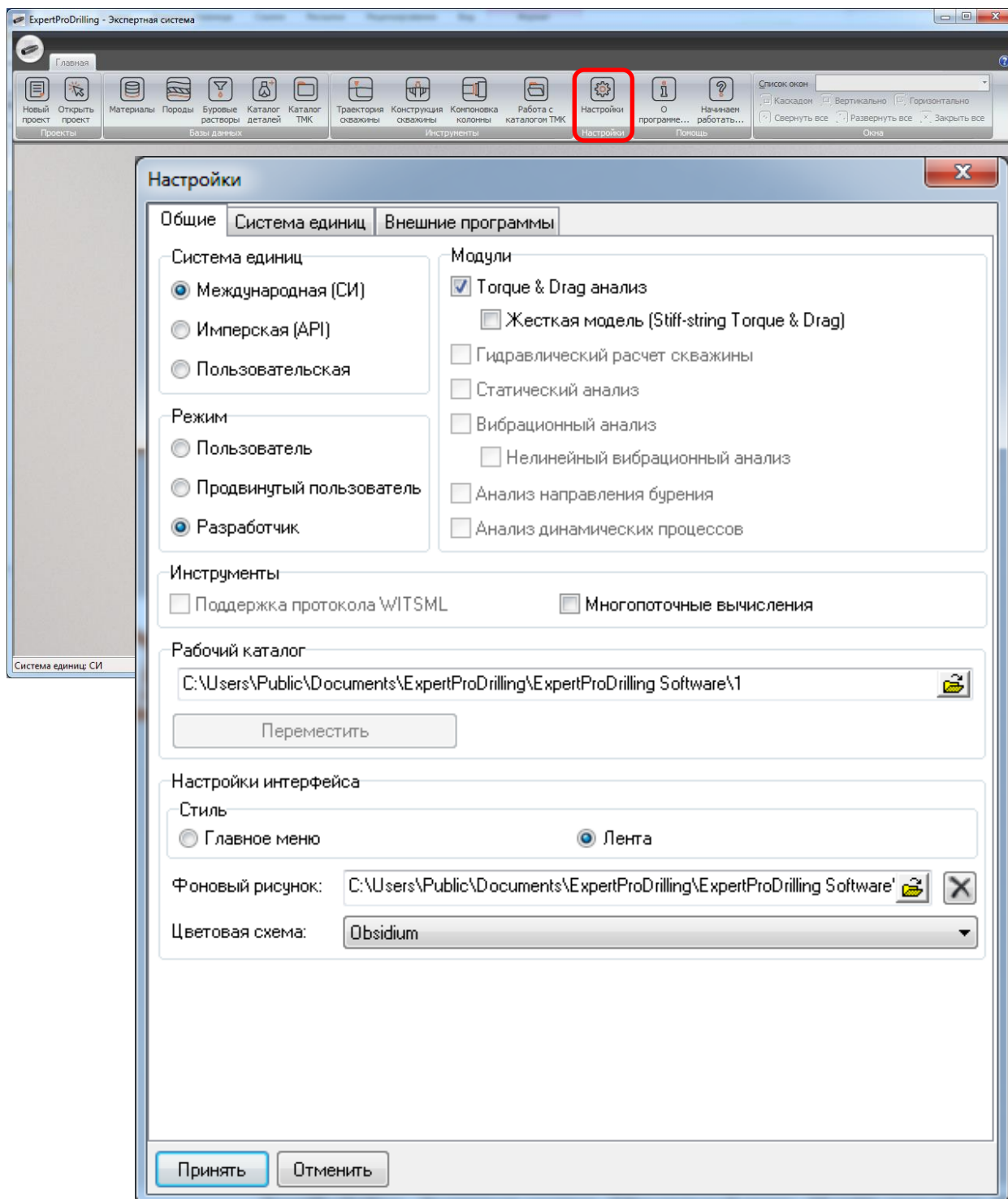
Процедура расчета в рамках отдельного *Проекта* может быть проиллюстрирована следующей схемой.





### 1.3. Настройки интерфейса

Выберите **Настройки** в меню **Главного окна** для задания общих настроек интерфейса: системы единиц (СИ, или Имперская, или Пользовательская) и режим доступа (*Пользователь*, или *Продвинутый пользователь*, или *Разработчик*), список типов анализа и инструментов для отображения в окне проекта, стиль главного меню, заставку, цветовую схему и пр.

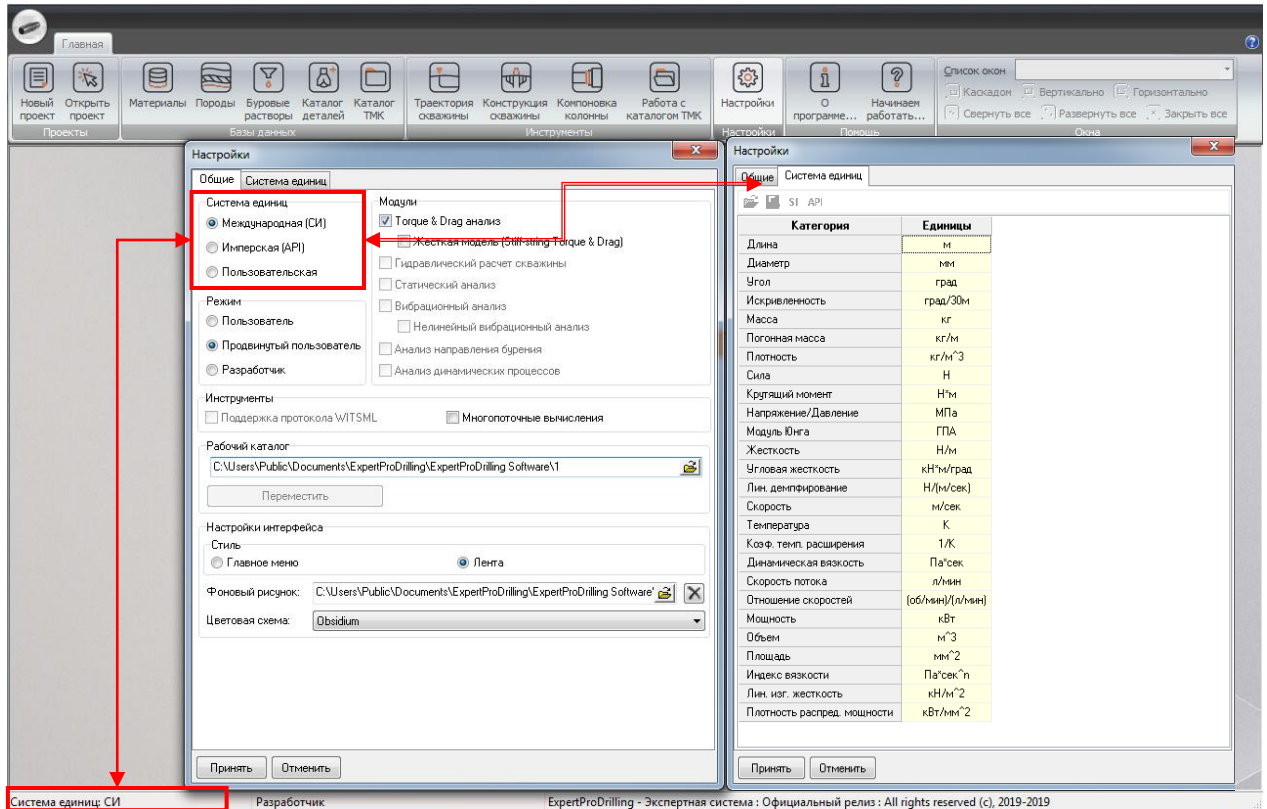




### 1.3.1. Система единиц

Интерфейс приложения поддерживает ввод числовых параметров и вывод результатов в системе единиц СИ (SI) и Имперской системе (API), а также осуществляет автоматическую конвертацию единиц.

Пользователь также может выбрать единицы измерения для различных типов величин (Пользовательская) на закладке Система единиц.

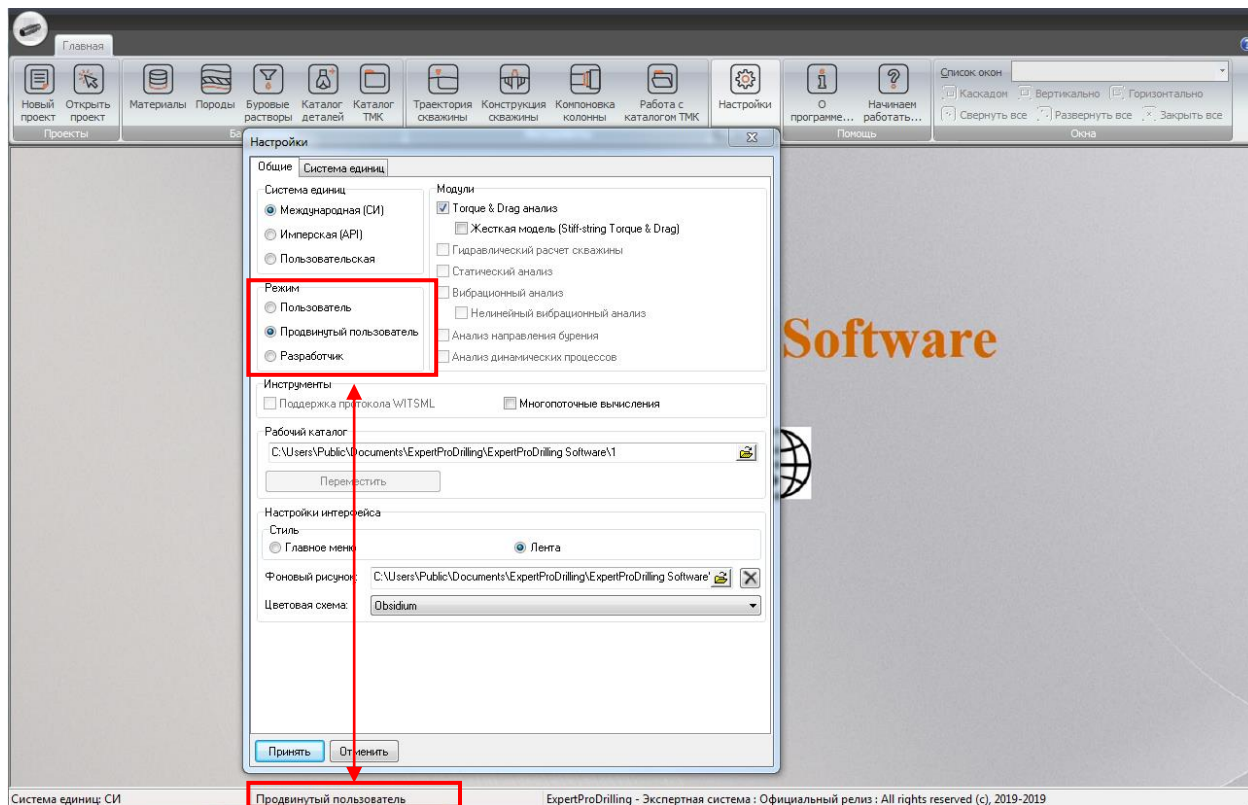


Метка текущей системы единиц (**SI, Imperial**) отображается в левом нижнем углу **Главного окна**. Дважды щелкните по панели или используйте окно **Настройки** для смены системы единиц. Все величины будут конвертированы автоматически.

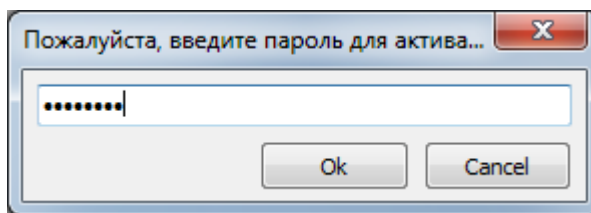


### 1.3.2. Режим доступа

Пользователь может выбрать уровень доступа к инструментам приложения, выбрав один из режимов: **Пользователь** или **Продвинутый пользователь**<sup>1</sup>. В режиме **Пользователь** в интерфейсе не отображаются настройки, рекомендованные к применению по умолчанию.



Метка текущего режима доступа отображается в левом нижнем углу **Главного** окна. Щелкните на панели, либо воспользуйтесь окном **Настройки** для смены режима.



Запуск приложения в режиме **Продвинутый пользователь** или **Разработчик**, и переключение в процессе работы с приложением требует ввода пароля. Если введен неверный пароль интерфейс переходит в режим **Пользователь**.

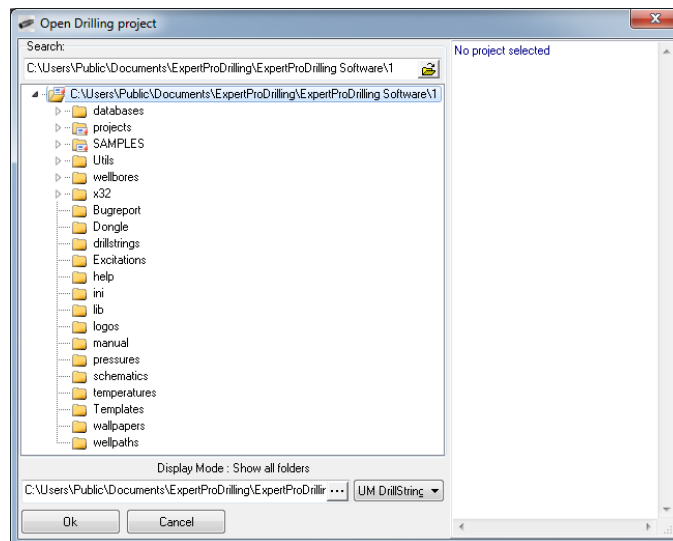
<sup>1</sup> Пароль для включения режима доступа Продвинутый Пользователь - «RiMo-DSA»



### 1.3.4. Рабочий каталог

Приложение ExpertProDrilling использует путь к рабочему каталогу для поиска баз данных, вспомогательных файлов и хранения файлов проектов.. По умолчанию *Рабочий каталог* помещается в директорию *C:\Documents and Settings\All Users\Documents\ExpertProDrilling\ExpertProDrilling Software\1\* для Windows XP и в директорию *C:\Users\Public\Documents\ ExpertProDrilling\ExpertProDrilling Software \1\* для Windows 7, 8, 10.

Содержимое *Рабочего каталога*:



*Options.ini* – Файл настроек приложения;

*Databases\* – Базы данных материалов, растворов и пород, файлы баз данных деталей колонны;

*Projects\* – файлы проектов (по умолчанию);

*Samples\* – файлы демонстрационных проектов;

*Wellpaths \* – файлы описания траектории скважины;

*Wellbores\* – файлы описания конструкции скважины;

*Drillstrings\* – файлы описания компоновок нижней и верхней части бурильной колонны;

*Pressures\* – файлы описания распределения давлений;

*Temperatures\* – файлы описания распределения температур;

*Schematics\* – схематичные изображения различных типов деталей колонны;

*Wallpapers\* – файлы заставок главного окна;

*Manual\* – файлы документации;

*Utils\, Templates\, ini\, help\, logos\, umentities\, x32\, etc.* – Вспомогательные файлы.



### 1.3.5. Стиль интерфейса

Пользователь может настроить внешний вид приложения: выбрать стиль главного меню, заставку рабочего стола и цветовую схему приложения.

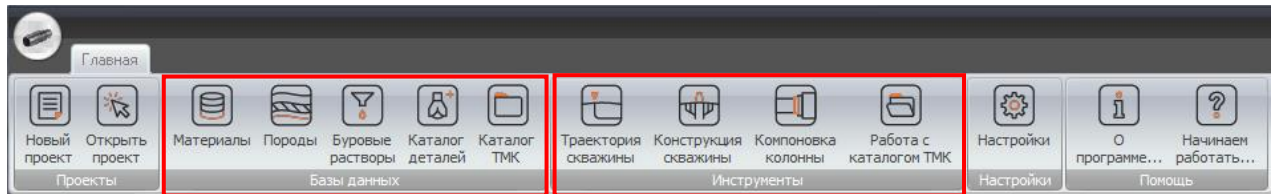






## 1.4. Базы данных и инструменты

Приложение ExpertProDrilling включает набор специализированных баз данных и инструментов для описания исходных данных без создания *Проекта*.



- Базы данных: Информация, используемая при описании исходных данных в окне проекта и отдельных инструментах.

- БД материалов
- БД пород
- БД растворов
- БД деталей колонны
- Каталог труб ТМК

Интерфейс БД материалов, пород и буровых растворов организован одинаково; базы данных отличаются только набором параметров. Интерфейс БД деталей колонны и Трубной продукции ТМК имеет свои особенности.

- Инструменты: Специализированные инструменты для описания элементов исходных данных Проекта без создания окна проекта; заранее подготовленные элементы могут быть использованы для быстрой подготовки расчетного проекта.

- Редактор траектории скважины
- Редактор конструкции скважины
- Редактор компоновок КНБК и верхней части колонны

Интерфейс редакторов аналогичен инструментам описания данных в Окне проекта.

- Мастер «Работа с каталогом ТМК»

Многофункциональный инструмент для подбора труб из каталога продукции компании ТМК в соответствии с внутренними предписаниями компании.



### 1.4.1. БД материалов, пород, буровых растворов

Интерфейс описания БД отличается только набором параметров.

#### Форма БД

Каждая БД содержит ряд элементов, редактирование которых запрещено для пользователя<sup>1</sup>. При необходимости изменить параметры следует добавить новый элемент БД (+) или скопировать существующий (+). Элементы, добавленные пользователем доступны для редактирования и удаления (-).

Интерфейс БД представлен таблицей элементов. Закладки **Все**, **База поставки** и **Добавленные** позволяют отображать в списке только соответствующие элементы.

	Название	Комментарий	Цвет	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	E, ГПА	G, ГПА	Nu	TEC, 1/С	TE, Дж/(кг*К)
21	Сталь 40	Сталь (по умолчанию)		7850	220	86.27	0.275	1.3E-05	500
22	J-55	Сталь (по умолчанию)		7850	200	86.27	0.3	1.3E-05	500
23	K-55 (Д)	Сталь (по умолчанию)		7850	200	86.27	0.3	1.3E-05	500
24	N-80 (Е)	Сталь (по умолчанию)		7850	200	86.27	0.3	1.3E-05	500
25	L-80	Сталь (по умолчанию)		7850	200	86.27	0.3	1.3E-05	500
26	C-90	Сталь (по умолчанию)		7850	200	86.27	0.3	1.3E-05	500
27	T-95	Сталь (по умолчанию)		7850	200	86.27	0.3	1.3E-05	500
28	C-95	Сталь (по умолчанию)		7850	200	86.27	0.3	1.3E-05	500
29	R-95	Сталь (по умолчанию)		7850	200	86.27	0.3	1.3E-05	500
30	P-110	Сталь (по умолчанию)		7850	200	86.27	0.3	1.3E-05	500
31	C-110	Сталь (по умолчанию)		7850	200	86.27	0.3	1.3E-05	500
32	ТМК-С	Сталь (по умолчанию)		7850	200	86.27	0.3	1.3E-05	500
33	110CrNi	Сталь (по умолчанию)		7850	200	86.27	0.3	1.3E-05	500
34	Q-125	Сталь (по умолчанию)		7850	200	86.27	0.3	1.3E-05	500
35	ТМК-135 (Q135)	Сталь (по умолчанию)		7850	200	86.27	0.3	1.3E-05	500
36	ТМК-140	Сталь (по умолчанию)		7850	200	86.27	0.3	1.3E-05	500
37	ТМК-150	Сталь (по умолчанию)		7850	200	86.27	0.3	1.3E-05	500



Для сортировки элементов по значению параметра необходимо выбрать соответствующий столбец и нажать . Используйте кнопку для автоматического выравнивания столбцов; нажмите для активации режима подсказки. Для проверки корректности описания элементов БД нажмите .

Используйте кнопку для активации режима дополнительной фильтрации БД; нажмите на заголовок столбца для задания списка необходимых значений параметра.



<sup>1</sup> Изменения разрешены только в режиме Разработчик

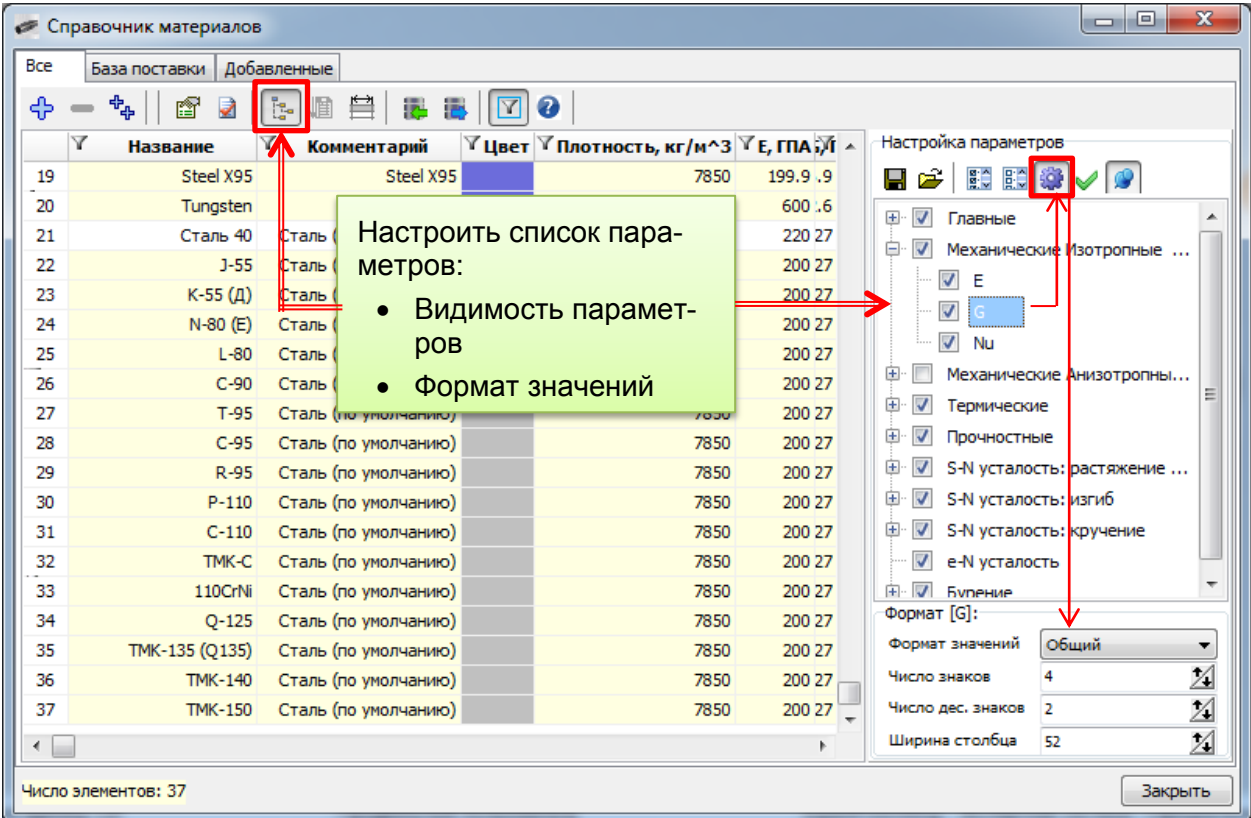




Импорт (  ) и экспорт (  ) данных доступен в режиме Продвинутого пользователя.

Интерфейс БД позволяет выбрать список параметров для отображения в таблице (в виде столбцов); эта опция очень полезна при большом количестве параметров элемента.

Нажмите  для отображения окна **Настройка параметров**, в котором можно задать видимость параметров  и настроить формат вывода численных значений .




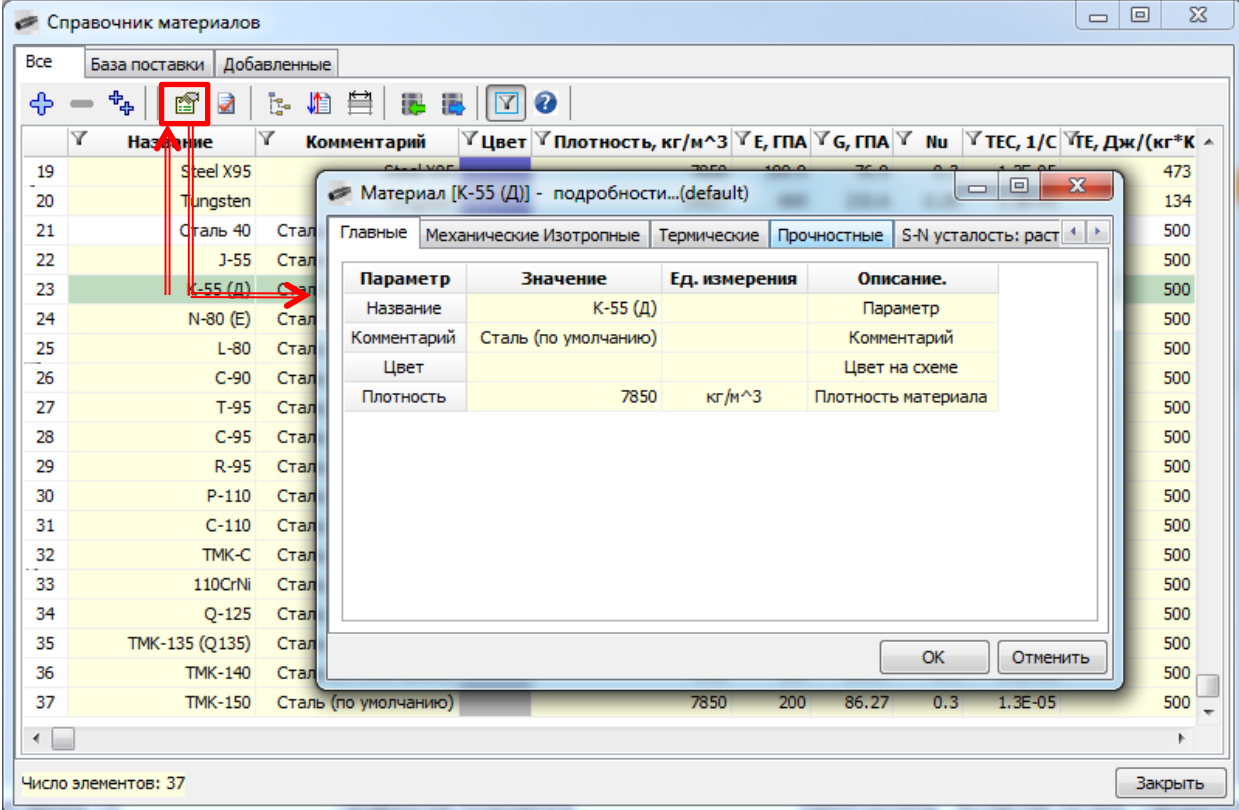
№	Название	Комментарий	Цвет	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	E, ГПа, Г/м <sup>2</sup>
19	Steel X95	Steel X95		7850	199.9 .9
20	Tungsten				600 .6
21	Сталь 40	Сталь (по умолчанию)			220 27
22	J-55	Сталь (по умолчанию)			200 27
23	K-55 (Д)	Сталь (по умолчанию)			200 27
24	N-80 (E)	Сталь (по умолчанию)			200 27
25	L-80	Сталь (по умолчанию)			200 27
26	C-90	Сталь (по умолчанию)			200 27
27	T-95	Сталь (по умолчанию)			200 27
28	C-95	Сталь (по умолчанию)		7850	200 27
29	R-95	Сталь (по умолчанию)		7850	200 27
30	P-110	Сталь (по умолчанию)		7850	200 27
31	C-110	Сталь (по умолчанию)		7850	200 27
32	ТМК-С	Сталь (по умолчанию)		7850	200 27
33	110CrNi	Сталь (по умолчанию)		7850	200 27
34	Q-125	Сталь (по умолчанию)		7850	200 27
35	ТМК-135 (Q135)	Сталь (по умолчанию)		7850	200 27
36	ТМК-140	Сталь (по умолчанию)		7850	200 27
37	ТМК-150	Сталь (по умолчанию)		7850	200 27

Параметры сгруппированы по категориям; пользователь может скрыть/показать все элементы категории разом.



## Карточка элемента БД

Дважды щелкните на строчке с интересующим Вас элементов, или выберите его и нажмите кнопку , чтобы показать параметры элемента в отдельном окне.



Справочник материалов

База поставки | Добавленные

№	Название	Комментарий	Цвет	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Е, ГПА	G, ГПА	Ии	ТЕС, 1/С	ТЕ, Дж/(кг*К)
19	Steel X95								473
20	Tungsten								134
21	Сталь 40	Сталь							500
22	J-55	Сталь							500
23	К-55 (Д)	Сталь							500
24	N-80 (E)	Сталь							500
25	L-80	Сталь							500
26	C-90	Сталь							500
27	T-95	Сталь							500
28	C-95	Сталь							500
29	R-95	Сталь							500
30	P-110	Сталь							500
31	C-110	Сталь							500
32	ТМК-С	Сталь							500
33	110CrNi	Сталь							500
34	Q-125	Сталь							500
35	ТМК-135 (Q135)	Сталь							500
36	ТМК-140	Сталь							500
37	ТМК-150	Сталь (по умолчанию)		7850	200	86.27	0.3	1.3E-05	500

Число элементов: 37

Материал [К-55 (Д)] - подробности...(default)

Главные | Механические | Изотропные | Термические | Прочностные | S-N усталость: раст

Параметр	Значение	Ед. измерения	Описание.
Название	К-55 (Д)		Параметр
Комментарий	Сталь (по умолчанию)		Комментарий
Цвет			Цвет на схеме
Плотность	7850	кг/м <sup>3</sup>	Плотность материала

OK | Отменить

Закреть

Нажмите **Ок** для сохранения изменений в описании элемента, **Отменить** - для выхода без сохранения.



### 1.4.1.1. База данных материалов

Справочник материалов храниться в файле *MaterialDB.mtl* в директории *Рабочий каталог\Databases*. Данные загружаются при запуске приложения.



### Список параметров

БД материалов содержит большое количество параметров; краткий список величин, применяемых при Torque&Drag анализе приведен ниже.

Параметр	Размерность		Описание
	СИ	Imp	
<i>Общие</i>			
Название			Уникальное название.
Цвет			Цвет для отображения на графических схемах.
Плотность	кг/м <sup>3</sup>	Lbm/ft <sup>3</sup>	Плотность материала.
<i>Механические изотропные</i>			
Модуль упругости	ГПа	Ksi	Модуль упругости материал
Коэф. Пуассона			
<i>Термические</i>			
ТЕС	1/С	1/F	Коэф. линейного расширения



### 1.4.1.2. База данных пород

Справочник пород хранится в файле *FormationDB.fdb* в директории *Рабочий каталог\Databases*. Данные загружаются при запуске приложения.



Справочник пород

Все | База поставки | Добавленные

	Название	Комментарий	Цвет	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	E, ГПа	nu	Прочность на сжатие, МПа
1	Andesite			2700	60.2	0.22	98
2	Basalt			2800	25	0.3	50
3	Chalk			1700	20	0.35	5
4	Chert			2540	72	0.3	300
5	Clay			1900	0.1	0.2	0.7
6	Coal			1370	1.2	0.36	14.32
7	Dolerite			2780	50	0.25	140
8	Dolomite			2670	8.5	0.26	81.9
9	Gabbro			2700	40	0.15	175
10	Gneiss			3000	45	0.1	200
11	Granite			2700	60	0.2	175
12	Gravel			2000	0.17	0.2	90.2
13	Gypsum			2850	0	0	90.2
14	Limestone lt Formation = Limestone			2700	35	0.265	140
15	Marble			2800	60	0.14	47.5
16	Marl			2600	15	0.2	80
17	Metamorphic			3000	45	0.11	200
18	Phyllite			2780	1.25	0.2	9.5

Число элементов: 32

Закреть

### Список параметров

БД пород содержит большое количество параметров; краткий список величин, применяемых при Torque&Drag анализе приведен ниже.

Параметр	Размерность		Описание
	СИ	Imp	
<i>Общие</i>			
Название			Уникальное название.
Цвет			Цвет для отображения на графических схемах.



### 1.4.1.3. База данных растворов

Справочник буровых растворов хранится в файле *FluidDB.ldb* в директории *Рабочий каталог\Databases*. Данные загружаются при запуске приложения.



Справочник буровых растворов

Все | База поставки | Добавленные

№	Название	Комментарий	Цвет	Плотность (статика), кг/м <sup>3</sup>
1	Drilling Fluid	Default Fluid = Mud	Red	1400
2	Air	Air	Green	1.1983
3	Diesel	Diesel	Olive	800.44
4	Mineral Oil	Mineral Oil = Mud	Blue	934.65
5	Silicone Oil	Silicone Oil	Purple	956
6	Water	Water	Grey	1000
7	Fluid_1	Default Fluid = Mud	Red	1400
8	12345	Default Fluid = Mud	Red	1400
9	Air_SampleHydraulics	Air	Green	1.1983
10	DF_NJB	Default Fluid = Mud	Red	1400
11	Drilling Fluid_new	Default Fluid = Mud	Red	1400
12	Air_new	Air	Green	1.1983
13	Mineral Oil_new	Mineral Oil = Mud	Blue	934.65
14	Drilling Fluid_hyd-05-02	Default Fluid = Mud	Red	1400

Число элементов: 14

Закреть

### Список параметров

БД растворов содержит большое количество параметров; краткий список величин, применяемых при Torque&Drag анализе приведен ниже.

Параметр	Размерность		Описание
	СИ	Imp	
<i>Общие</i>			
Название			Название
Цвет			Цвет
Плотность	кг/м <sup>3</sup>	Lbm/ft <sup>3</sup>	Плотность раствора



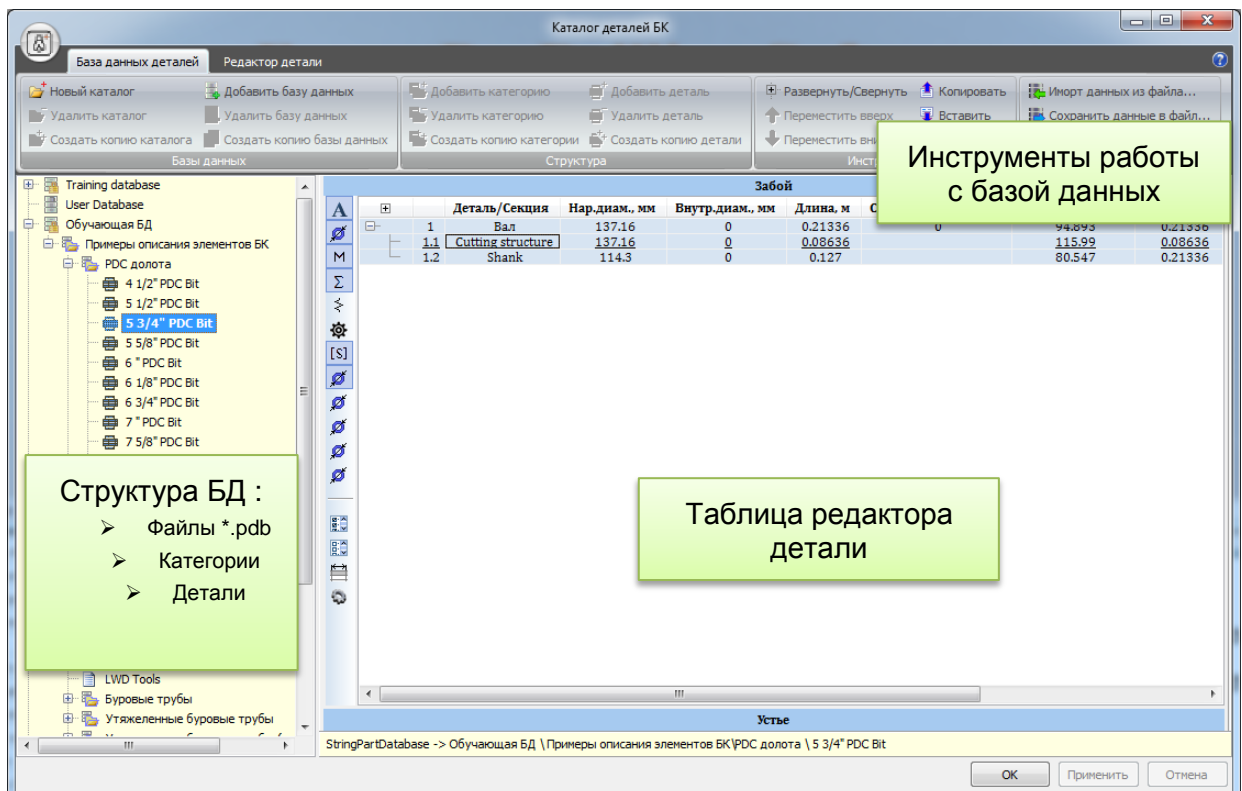
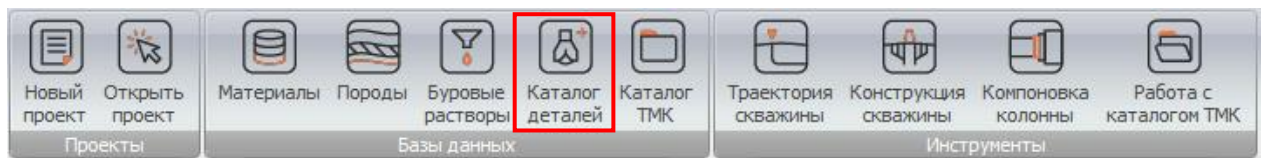
## 1.4.2. База данных деталей

Интерфейс приложения позволяет описывать компоновку колонны, как последовательности отдельных деталей, которые могут быть взяты из существующих баз данных (База данных деталей и Каталог ТМК) или описаны при помощи Редактора деталей.

### Интерфейс БД деталей

Наборы элементов базы данных (отдельные справочники) хранятся в файлах с расширением *\*.pdb* в директории *Рабочий каталог\Databases\StringPartDatabase* и ее подкаталогах. Данные загружаются при запуске приложения.

Директория *StringPartDatabase* по умолчанию содержит файл *Обучающая БД.pdb*, содержащий описания элементов недоступных для редактирования, и файл *Пользовательская БД.pdb* – доступный для редактирования.























Для удобства навигации структура базы данных представлена в виде дерева на левой панели. В древе отображаются файлы справочников (📁), и их содержимое: категории деталей (📁) и детали (📄).



Доступ к описанию структуры БД и характеристик отдельных деталей осуществляется при помощи Главное меню окна.

## Редактирование структуры БД

Инструменты для редактирования структуры БД доступны на закладке **База данных деталей** главного меню окна:

-  - добавить новый каталог;
-  - удалить выбранный каталог со всем содержимым;
-  - создать копию выбранного каталога и поместить ее рядом <sup>1</sup>;
-  - добавить новый справочник в выбранный каталог;
-  - удалить выбранный справочник со всем содержимым;
-  - создать копию выбранного справочника и поместить ее рядом <sup>1</sup>;
-  - добавить подкатеорию в выбранной категории;
-  - удалить выбранную категорию со всем содержимым;;
-  - создать копию выбранной категории и поместить ее рядом <sup>1</sup>;
-  - добавить новую деталь;
-  - удалить выбранную деталь;
-  - создать копию выбранной детали;
-  - свернуть/развернуть ветви дерева БД;
-  - переместить узел выше;
-  - переместить узел ниже;
-  - копировать узел в буфер обмена;
-  - вставить ранее скопированный узел со всем содержимым;
-  - включить/выключить *Режим поиска*
-  - импортировать данные из файла справочника \*.pdb в текущую категорию;
-  - экспортировать данные текущей категории в файл справочника \*.pdb.

---

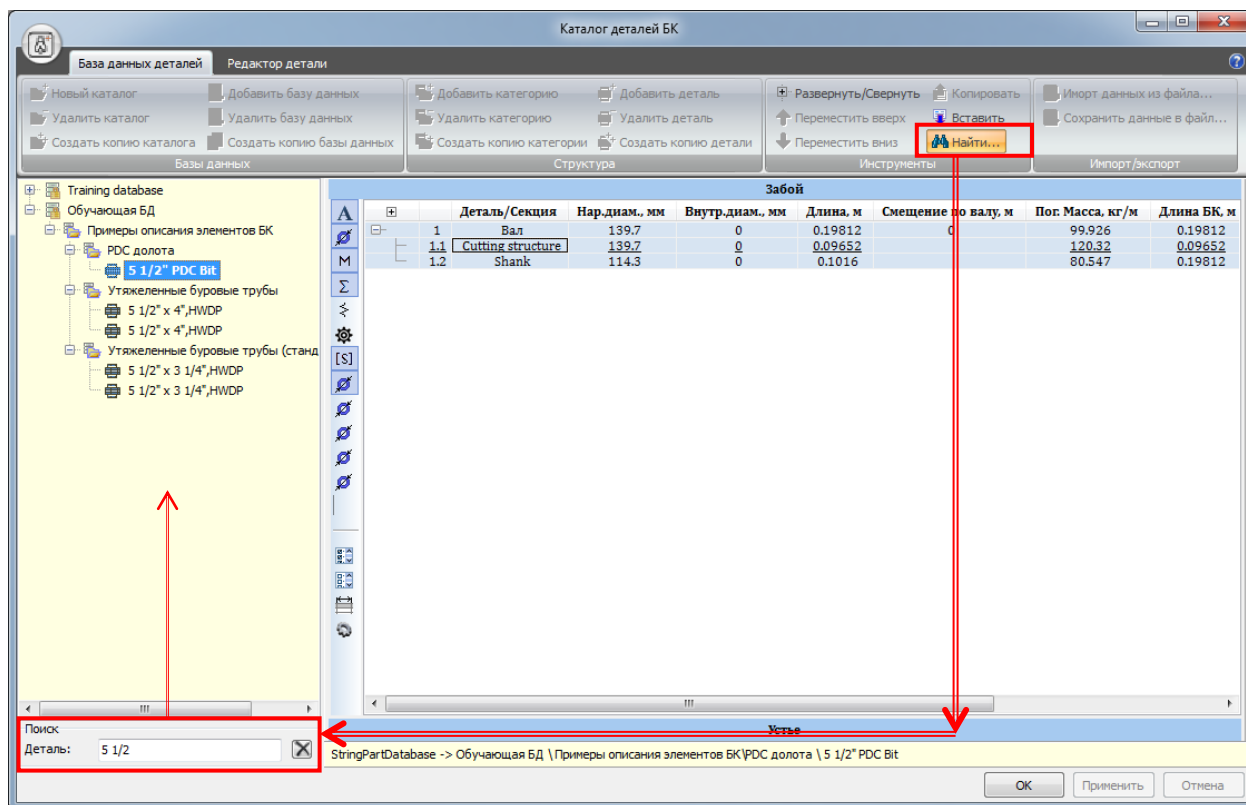
<sup>1</sup> Доступен только в режиме Разработчика





## Режим поиска

При активации Режимы поиска в нижней части дерева появляется окно Поиск. Дерево элементов БД отображает только детали, имеющие те же начальные символы в названии.







## Редактирование параметров детали

Параметры выбранной детали отображаются на правой панели; инструменты редактирования расположены на вкладке **Редактор детали** главного меню.

### 1.4.2.1. Редактор детали

Инструмент *Редактор детали* позволяет создавать математические модели разнообразного бурильного инструмента в рамках единого описания: долота, буровые трубы, стабилизаторы и т.д.

**Внимание:** Создание моделей напорных двигателей, систем управления направлением проходки и прочих специализированных инструментов не рассматривается в данном руководстве.

Каталог деталей БК

База данных: детали Редактор детали

Добавить секцию, Удалить секцию, Создать копию секции, Перенести выше, Перенести ниже, Проверить, Продольное сечение, Схема детали, Инструменты

Описание [Компоновка колонны]

Training database

Обучающая БД

Примеры описания элементов БК

PDC долота

5 1/2" PDC Bit

Утяжеленные буровые трубы

5 1/2" x 4", HWDP

5 1/2" x 4", HWDP

Утяжеленные буровые трубы (станд.)

5 1/2" x 3 1/4", HWDP

5 1/2" x 3 1/4", HWDP

Забой

Деталь/Секция	Нар.диам., мм	Внутр.диам., мм	Длина, м	Смещение по валу, м	Пог. Масса
1 Вал	184.15	82.55	9.4488	0	94.11
1.1 Connection	184.15	82.55	0.6096		166.0
1.2 Elevator Upset	144.46	82.55	3.7846		86.11
1.3 Central Upset	152.4	82.55	0.6604		100.5
1.4 Body	139.7	82.55	3.7846		77.82
1.5 Connection	184.15	82.55	0.6096		166.0

**Редактор детали:**

- Таблица секций детали
- Инструменты описания параметров детали
- Схема детали (опционально)
- Продольное сечение (опционально)

Устье

Схема детали

Продольное сечение БК

Диаметр, мм

100  
50  
0  
-50  
-100

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Расстояние от долота, м

Поиск  
Деталь: 5 1/2

StringPartDatabase -> Обучающая БД \Примеры описания элементов БК\Утяжеленные буровые трубы (стандартные) \ 5 1/2" x 3 1/4", Н

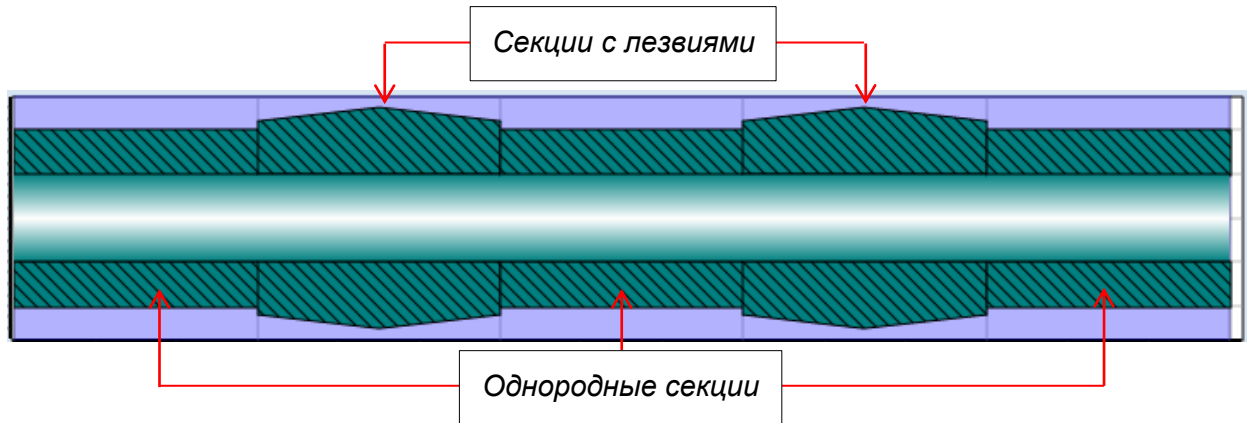
ОК Применить Отмена

**Внимание!** Изменение описания деталей возможно только в справочниках доступных для редактирования.



## Упрощенная концепция описания детали

В соответствии с обобщенным подходом простые детали, состоящие из одной трубы, описывается произвольным набором однородных секций и секций с лезвиями.

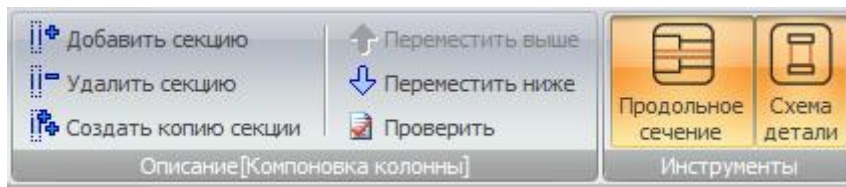


## Интерфейс Редактора детали

Интерфейс включает несколько элементов:

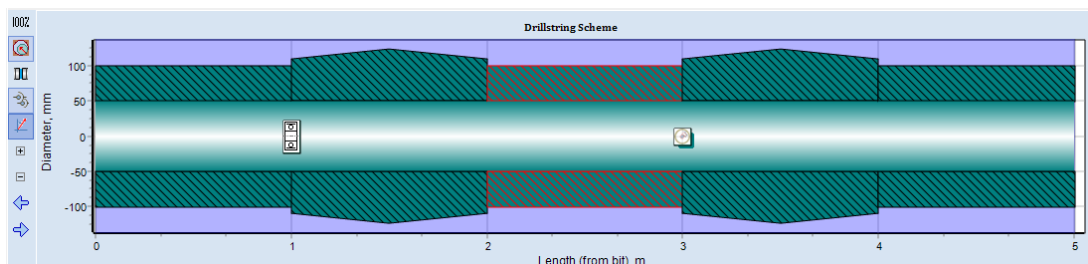
### ➤ Главное меню

На главном меню расположены основные и вспомогательные инструменты описания структуры детали и средств отображения данных:



- добавить новую секцию;
- удалить секцию;
- создать копию секции;
- переместить секцию к нижней части детали;
- переместить секцию к верхней части детали;
- проверить описание детали.

**Продольное сечение** детали обновляется интерактивно, по мере добавления секций и изменения их параметров.






## ➤ Таблица параметров

Таблица используется для представления и редактирования параметров модели детали; поля доступные для редактирования имеют белый цвет фона.

Забой							
	Деталь/Секция	Нар.диам., мм	Внутр.диам., мм	Длина, м	Смещение по валу, м	Пог. Масса	
1	Вал	123.83	57.15	9.4488	0	45.93	
1.1	Connection	123.83	57.15	0.6604		73.9	
1.2	Elevator Upset	92.075	57.15	1.1684		31.93	
1.3	Central Upset	101.6	57.15	6.604		43.23	
1.4	Body	88.9	57.15	0.2794		28.41	
1.5	Connection	123.83	57.15	0.7366		73.9	

Для удобства работы с таблицей можно использовать Настройку отображения параметров (кнопка  на левой вертикальной панели), либо кнопки быстрого доступа к категориям параметров модели.

Забой					
	Деталь/Секция	Нар.диам., мм	Внутр.диам., мм	Длина, м	Смещ
1	Вал	123.83	57.15	9.4488	
1.1	Connection	123.83	57.15	0.6604	
1.2	Elevator Upset	92.075	57.15	1.1684	
1.3	Central Upset	101.6	57.15	6.604	
1.4	Body	88.9	57.15	0.2794	
1.5	Connection	123.83	57.15	0.7366	



## Список параметров

Параметр	Размерность		Описание
	SI	Imp	
Категория <i>Общие</i> -			
Деталь/секция			Название детали.
Описание			Описание детали.
Количество			Число экземпляров детали В Редакторе деталей значение всегда равно единице.
Категория <i>Геометрия</i> -			
Тип			Тип секции: <i>Однородная или С лезвиями.</i>
OD	мм	дюйм	Секция: наружный диаметр секции. Труба: максимальный наружный диаметр.
ID	мм	дюйм	Секция: внутренний диаметр секции. Труба: минимальный внутренний диаметр.
CD	мм	дюйм	Секция: контактный диаметр секции. Труба: максимальный контактный диаметр. <b>Note:</b> Для однородной секции контактный диаметр равен наружному; для секции с лезвиями – параметр задается отдельно.
Длина	м	фут	Длина секции
Смещение	м	фут	Parameter of multi-pipe parts description: distance from the lower end of <i>Shaft pipe</i> to the lower end of <i>Outer pipe</i> . <b>Note:</b> Alignment field is available for <i>Outer pipe</i> items only.



Категория <i>Инерция</i> - <b>М</b> .			
Материал			<p>Материал секции.</p> <p>Материал может быть задан для секции или детали в целом.</p> <p>Если для всех секций назначен одинаковый материал, его название отображается в строке детали.</p> <p><b>Note:</b> Материал выбирается из справочника материалов; при отсутствии подходящего элемента БД необходимые материал должен быть предварительно добавлен в базу данных.</p>
Пог. масса	кг /м	lbm/фу т	<p>Погонная масса секции/детали.</p> <p>Погонная масса секции рассчитывается автоматически по плотности материала и геометрии поперечного сечения.</p> <p>Погонная масс детали рассчитывается как масса всех секций деленная на длину детали.</p>
Масса	Кг	lbm	<p>Масса секции/детали.</p> <p>Масса секции рассчитывается автоматически по плотности материала и геометрии секции.</p> <p>Масса детали складывается из масс секций.</p> <p><b>Note:</b> <i>Погонная массas</i> и <i>Масса</i> для секции или детали может быть задана вручную в режиме <b>Продвинутого пользователя</b>. Для этого необходимо выбрать соответствующую строку в таблице и отключить флажок <b>Авторасчет массы</b> во всплывающем меню.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;"> <input checked="" type="checkbox"/> Авторасчет массы         </div>
Категория <i>Сводка</i> - <b>Σ</b>			
Полная длина	м	фут	<p>Накопленная длина:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Для секции: расстояние от нижней точки детали до верхней точки секции.</li> <li>• Для детали: длина детали.</li> </ul>
Полная масса	кг	lbm	<p>Накопленная масса:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Для секции: масса всех секций от нижней точки детали до верхней точки секции.</li> <li>• Для детали: масса всех секций детали.</li> </ul>

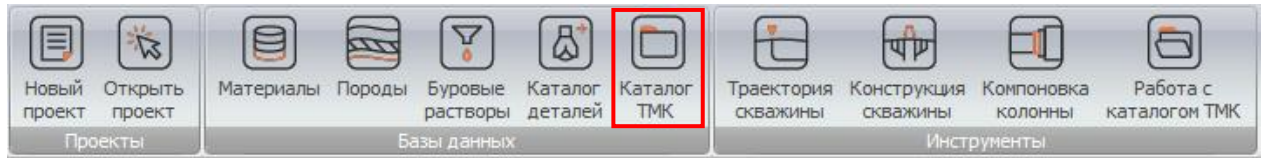


Категория <i>Жесткость</i> -			
Тип модели			<p><i>Pipe model type:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Flexible</i> – pipe sections are simulated by flexible uniform beams;</li> <li><i>Rigid</i> – pipe is modeled with absolutely rigid body of the prescribed geometry;</li> <li><i>3D FEM model</i> – pipe model is described by 3D finite element model (*.fss file), imported from FEM software in accordance to the modal finite element approach.</li> </ul>
Пог. осевая жесткость	кПа	ksi	<p>Погонная осевая/изгибная/крутильная жесткость секции/детали.</p> <p>Параметры для секции вычисляются автоматически по характеристикам материала и геометрии секции.</p>
Пог. изгибная жесткость	кН/м <sup>2</sup>	kip/фут <sup>2</sup>	<p>Значение для детали вычисляется из жесткости и длине секций.</p> <p><b>Note:</b> Погонная осевая/изгибная/крутильная жесткость секции/детали может быть задана вручную в режиме <b>Продвинутого пользователя</b>. Для этого необходимо выбрать соответствующую строку в таблице и отключить соответствующий флажок <b>Авторасчет ...</b> во всплывающем меню.</p>
Пог. крутильная жесткость	кН/град	kip/deg	<p>Значение для детали вычисляется из жесткости и длине секций.</p> <p><b>Note:</b> Погонная осевая/изгибная/крутильная жесткость секции/детали может быть задана вручную в режиме <b>Продвинутого пользователя</b>. Для этого необходимо выбрать соответствующую строку в таблице и отключить соответствующий флажок <b>Авторасчет ...</b> во всплывающем меню.</p> <p> <input checked="" type="checkbox"/> Авторасчет осевой жесткости  <input checked="" type="checkbox"/> Авторасчет изгибной жесткости  <input checked="" type="checkbox"/> Авторасчет крутильной жесткости         </p>
Категория <i>Безопасность</i> -			
Мах. Момент	кН*м	kip*фут т	<p>Значение максимально допустимого момента/осевой силы может быть задано как для секции, так и для детали в целом.</p>
Мах. Сила	кН	kip	



### 1.4.3. Каталог ТМК

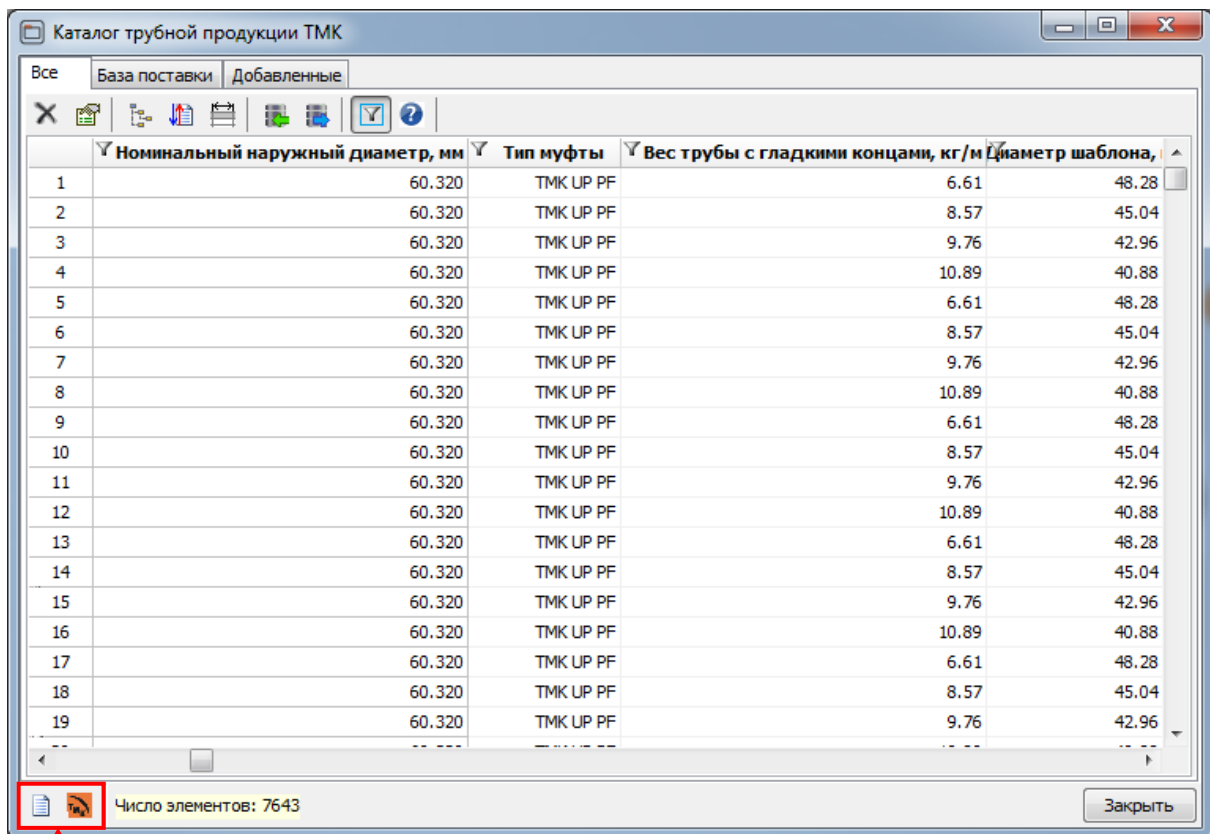
Каталог содержит актуальные данные по трубной продукции компании ТМК; характеристики труб могут использоваться для описания компоновок бурильной колонны и обсадных колонн скважины, а также применяться в качестве основы для вариации их параметров (в *Редакторе детали*).



### Интерфейс

Поддерживаются два режима работы с каталогом:

- Стандартное табличное представление.
- Лист технических характеристик, позволяющий выбрать необходимый элемент каталога по набору ключевых параметров



Переключение между режимами отображения/работы с каталогом.








## Лист технических характеристик

Ключевыми параметрами для выбора необходимого элемента каталога являются:

- *Тип соединения:* TMK UP CENTUM, TMK UP CWB, TMK UP FMC, etc.
- *Наружный диаметр:* список допустимых значений инициализируется по выбранному типу соединения.
- *Толщина стенки:* список допустимых значений инициализируется по выбранному типу соединения и наружному диаметру.
- *Группа прочности:* список допустимых значений инициализируется по указанным выше критериям.
- *Тип муфты:* Regular или Special.

Характеристики первого (или единственного) подходящего элемента каталога отображаются на Техническом листе характеристик и Эллипсе напряжений.

Выбранный элемент может быть добавлен в описание компоновки колонны перетаскиванием ; Технический лист может быть сохранен в память или как графический файл ( ).

Каталог трубной продукции TMK

Соединение: TMK UP CENTUM    Наружный диаметр колонны: 88.900    Толщина стенки, мм: 7.340    Группа прочности трубы: C-90

Группа прочности муфты:    Тип муфты: Regular    Тип шаблона:    HC:    Cr:    S:    GW Option:

**ТЕХНИЧЕСКИЙ ЛИСТ ДАННЫХ TMK UP CENTUM 88.9 X 7.34 C-90 [Regular]**

**ХАРАКТЕРИСТИКИ СОЕДИНЕНИЯ**

Наружный диаметр соединения, (мм)	14.76
Внутренний диаметр соединения, (мм)	15.18
Потеря длины при свинчивании, (мм)	74.22
3058	Диаметр шаблона, (мм)
1168	Площадь сечения трубы, (мм <sup>2</sup> )
1168	Растяжение до предела текучести, (кН)
Эффективность соединения на растяжение	100%
Эффективность соединения на сжатие (не менее)	100%
Минимальное внутреннее давление до предела текучести, (МПа)	89.7
Сминающее давление, (МПа)	94.1
Изгиб, (град/30м)	0
Минимальное внутреннее давление до предела текучести, (МПа)	89.7
Сминающее давление, (МПа)	94.1
Минимальный предел текучести, (МПа)	621
Минимальный предел прочности, (МПа)	689

**ТИПОРАЗМЕР**

Номинальный наружный диаметр, (мм)	88.9
Толщина стенки, (мм)	7.34
Группа прочности трубы	C-90
Тип муфты	Regular
Группа прочности муфты	C-90

**МОМЕНТЫ СВИНЧИВАНИЯ**

Минимальный момент свинчивания, (Н*м)	4600
Оптимальный момент свинчивания, (Н*м)	5100
Максимальный момент свинчивания, (Н*м)	5600
Пределный крутящий момент, (Н*м)	9600

Число элементов: 1    **Заккрыть**

**Критерии подбора элемента каталога**

**Сохранение изображения**

**Перетащите элемент для добавления в компоновку**

**Эллипс напряжений**





### 1.4.4. Редактор траектории скважины

Редактор траектории позволяет подготовить или отредактировать описание геометрии оси скважины.






Траектория оси скважины задается набором базовых точек; *извилистость* описывается дополнительно и накладывается на базовый профиль.

Описание траектории может быть сохранено или прочитано из xml файла с расширением (*Wellpath file \*.wlp*). По умолчанию файлы описания траектории хранятся в директории *Рабочий каталог\wellpaths\*. Поддерживается добавление табличных данных скопированных из документа MS Excel.

#### Описание базовых точек

Точки могут задавать последовательно от поверхности к забою в строках таблицы, либо создаваться автоматически по описанию интервалов постоянного набора кривизны (от поверхности, либо от бура, находящегося на заданной глубине).

#	Длина ствола, м	Зенит, град	Азимут, град	Глубина, м	Гориз.смест., м	С+/Ю-, м	В+/З-, м зление, гра
1	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
2	144.300	0.00	0.00	144.300	0.000	0.000	0.00
3	170.000	0.53	145.54	170.000	0.064	-0.098	0.63
4	191.000	0.62	12.30	190.999	0.005	-0.067	1.53
5	215.500	0.53	28.82	215.498	-0.238	0.162	0.29
6	242.000	0.53	42.44	241.997	-0.475	0.360	0.37
			45.16				0.28
			145.53				0.28
			46.48				0.14
			42.70				0.01
			292.49				0.16
12	418.000	0.09	8.69	417.996	-0.808	0.620	0.61
13	447.000	0.18	266.38	446.996	-0.810	0.640	0.56
14	474.000	0.18	272.01	473.996	-0.776	0.639	0.48
15	503.000	0.35	143.51	502.996	-0.715	0.569	0.49
16	560.000	0.18	168.56	559.995	-0.552	0.341	0.61
17	588.000	0.45	130.54	587.994	-0.482	0.227	0.70
18	600.000	1.40	185.94	599.993	-0.327	0.050	0.72
19	630.000	4.35	198.25	629.952	1.159	-1.395	0.33
20	660.000	7.34	200.58	659.793	4.209	-4.270	-0.69
21	690.000	10.34	201.56	689.433	8.817	-8.569	-2.36

Пользователь может добавлять , удалять  или дублировать  точки, а также редактировать их параметры в строках таблицы.



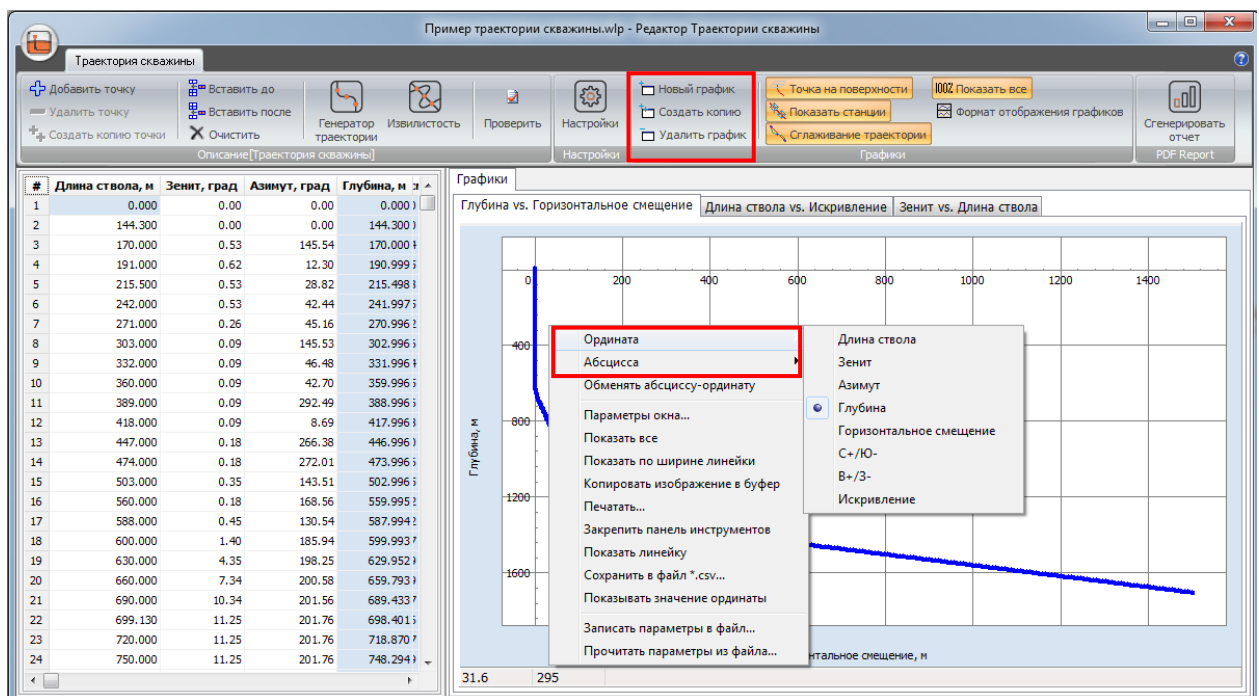
Траектория задается путем редактирования значений **Длины ствола**, **Уклона** и **Азимута**.

*TVD*, *VSEC*, *N+/S-*, *E+/W-* и *Dogleg* параметры рассчитываются автоматически.

Описываемая траектория автоматически отображается на графиках, расположенных справа от таблицы:

### ➤ Графики

Все табличные параметры могут автоматически отображаться на графиках. Пользователь может добавить (+), удалить (-), создать копию графика(+), и настроить параметры, откладываемые по осям, с помощью всплывающего меню.



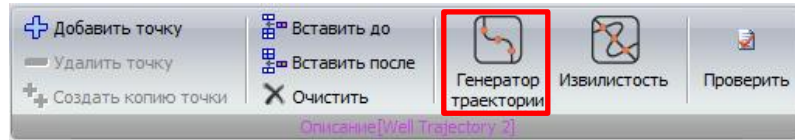
Интерфейс поддерживает следующие опции отображения графиков:

- добавить точку на поверхности (если первая базовая точка не лежит на поверхности,  $MD \neq 0$ );
- выделить базовые точки (показать маркеры базовых точек);
- показать сглаженные графики; добавить на графики промежуточные точки между базовыми, в соответствии с аппроксимацией по методу наименьшей кривизны;
- автоматический выбор масштаба (показать все) для графиков;
- переключение между режимами отображения графиков: один график на закладке, либо несколько графиков на одной панели.



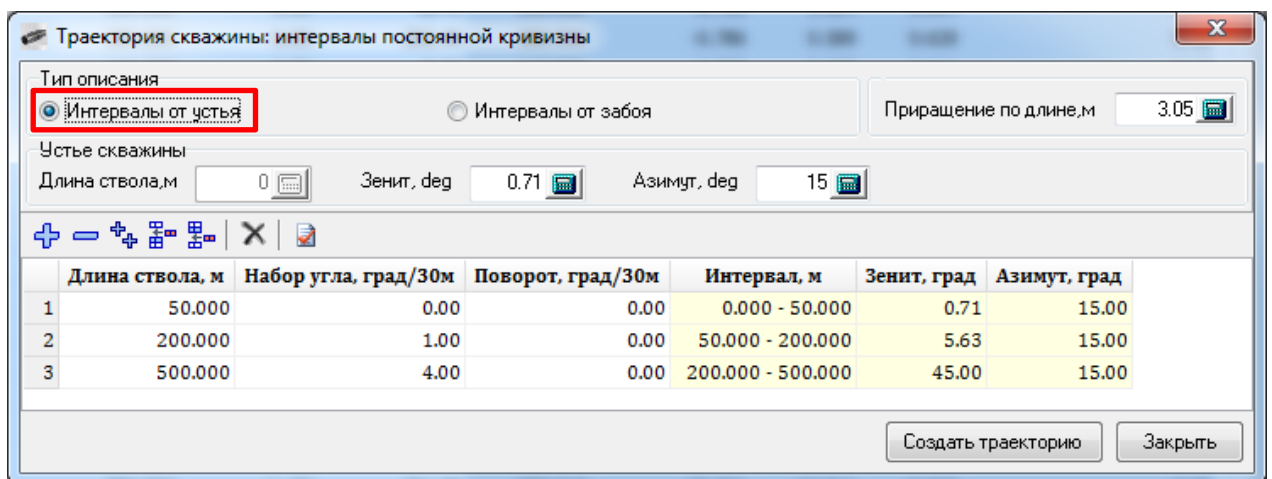
## Добавление интервалов постоянной кривизны

Траектория скважины может быть описана набором интервалов постоянной кривизны, заданных как от поверхности, так и от выбранной точки забоя.

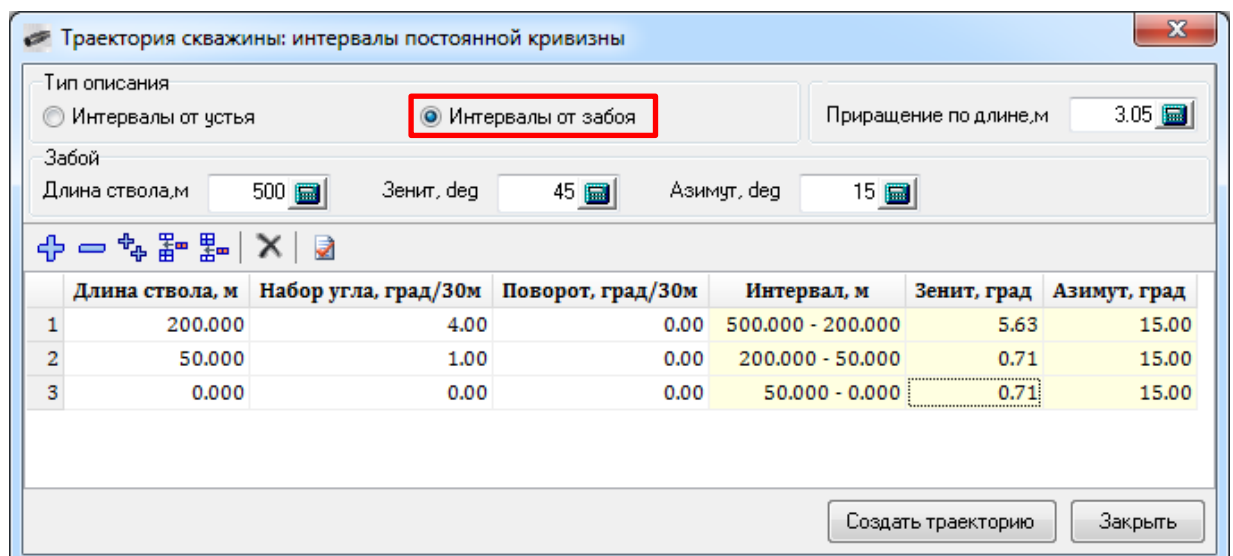


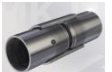
Инструмент **Генератор траектории** позволяет задать список интервалов, каждый из которых описывается длиной ствола в конечной точке и скоростями изменения зенитного угла и азимута по длине, и шаг по длине ствола между создаваемыми точками (**Приращение по длине**).

При задании интервалов от устья (поверхности) указывается **Зенит** и **Азимут** в устье, а длины интервалов определяются длиной ствола в нижней точке.

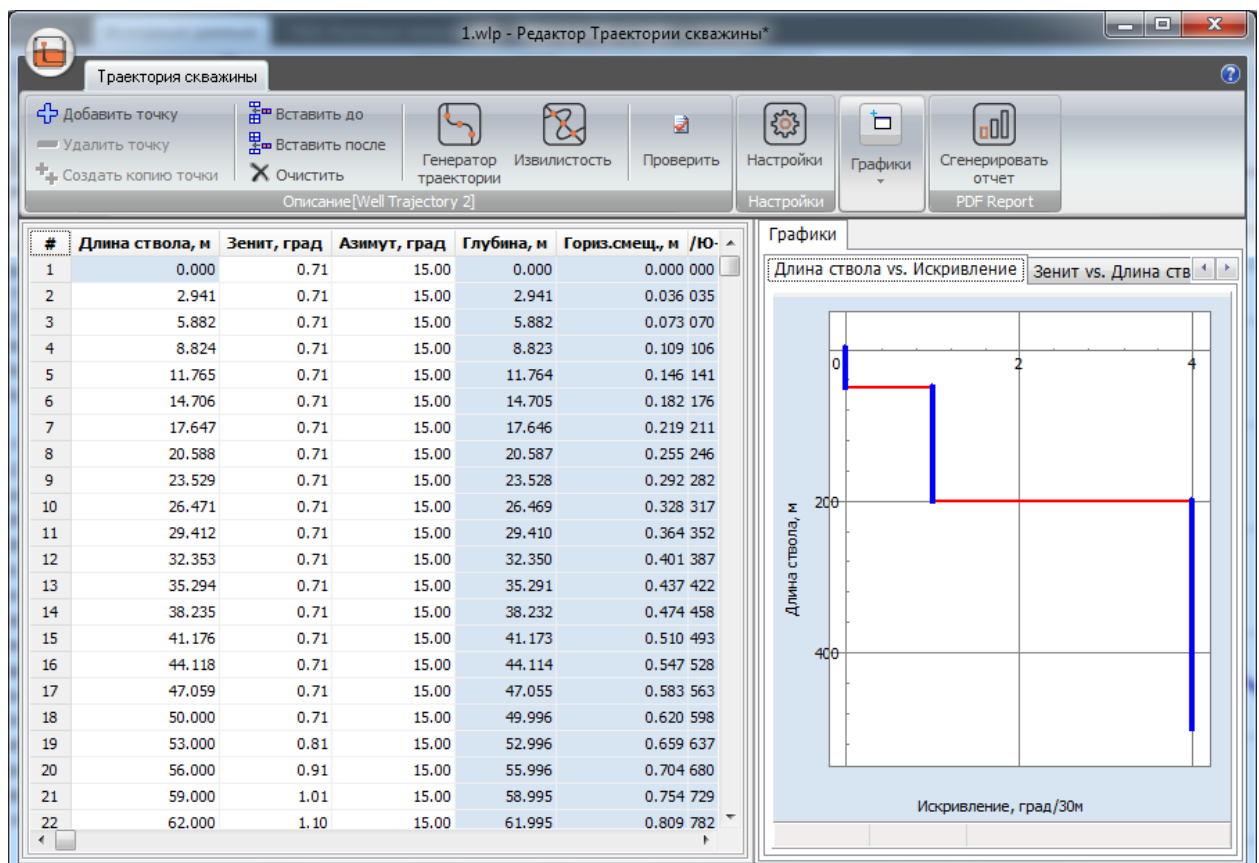
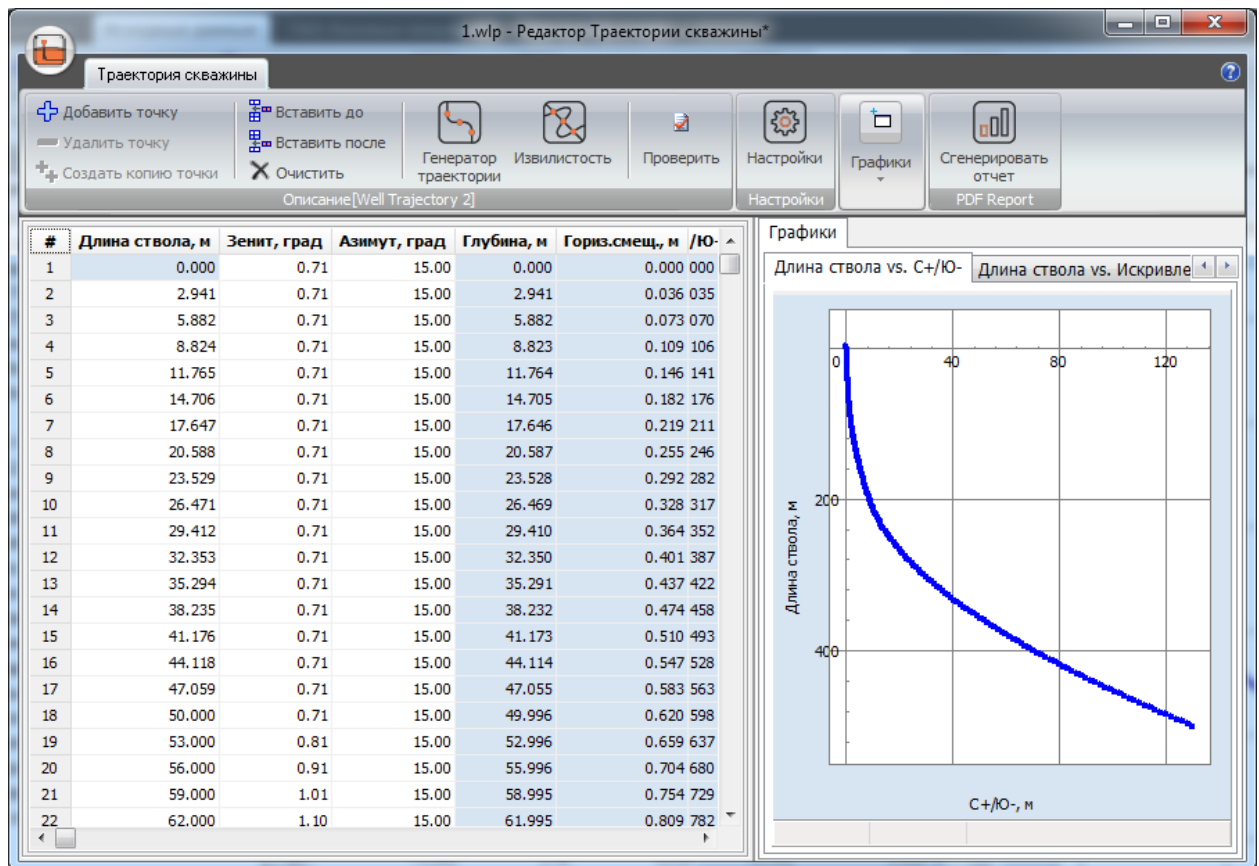


При задании интервалов от забоя указываются **Длина ствола**, **Зенит** и **Азимут** в точке забоя, длины интервалов определяются длиной ствола в верхней точке.





Нажмите кнопку **Создать траекторию** для автоматического добавления базовых точек согласно описанию.





## Искривление ствола

Траектория скважины задается последовательностью базовых точек; при этом возможен учет интервалов извилистости – интервалов гармонической вариации зенита и азимута по длине скважины (вариаций углов в базовых точках суммируются с исходно заданными значениями углов).

Нажмите кнопку **Извилистость** головного меню для учета интервалов извилистости; список интервалов отобразится в таблице, расположенной ниже списка базовых точек:

Пример траектории скважины.wpr - Редактор Траектории скважины\*

Траектория скважины

Добавить точку, Удалить точку, Создать копию точки, Вставить до, Вставить после, Очистить, Генератор траектории, **Извилистость**, Проверить, Настройки, Графики, Сгенерировать отчет, PDF Report

#	Длина ствола, м	Зенит, град	Азимут, град	Глубина, м	Гориз.смещ, м
1	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000
2	144.300	1.75	2.10	144.277	-2.066
3	170.000	-4.23	139.83	169.943	-2.865
4	191.000	-2.06	9.09	190.926	-2.851
5	215.500	4.67	33.78	215.404	-3.402
6	242.000	2.94	45.33	241.845	-5.087
7	271.000	-4.58	39.35	270.821	-4.662
8	303.000	1.03	146.65	302.783	-3.276
9	332.000	4.61	51.91	331.751	-4.150
10	360.000	-2.85	39.17	359.727	-4.467
11	389.000	-3.10	288.67	388.706	-3.830
12	418.000	4.61	14.12	417.662	-5.040
13	447.000	1.12	267.50	446.631	-6.074
14	474.000	-4.81	266.02	473.605	-6.471
15	503.000	1.29	144.63	502.564	-6.845
16	560.000	-2.76	165.03	559.546	-7.592
17	588.000	-2.97	126.43	587.514	-8.298
18	600.000	1.40	185.94	599.509	-8.231
19	630.000	9.11	203.96	629.361	-5.503
20	660.000	4.40	197.05	659.145	-1.982
21	690.000	7.40	198.03	688.983	1.090
22	699.130	10.98	201.43	697.994	2.545

Графики: Глубина vs. Горизонтальное смещение, Длина ствола vs. Искривление, Зенит vs. Длина

Отображение извилистости на графиках:  
 [серый-черный] – без извилистости;  
 [красный-синий] – с учетом заданной извилистости.

**Извилистость**


#	От, м	До, м	Длина, м	Амплитуда, град	Длина волны, м	Вариация
1	0	1000	1000		5	100 Зенит
2	0	1000	1000		6	100 Азимут
3	1000	1500	500		5	100 Зенит

Описание извилистости оси скважины

## Проверка данных

Для проверки описания траектории скважины используйте кнопку **Проверить** головного меню окна редактора.

## Создание отчетов

Для представления описания скважины в виде PDF документа воспользуйтесь кнопкой  головного меню окна редактора.





### 1.4.5. Редактор конструкции скважины



Редактор позволяет подготовить или отредактировать описание конструкции скважины.



Конструкция скважины описывается набором интервалов различного типа (обсаженный или открытый ствол), имеющих различный внутренний диаметр, коэффициент трения с бурильной колонной, характеристики породы/обсадной колонны; опционально могут быть заданы гидравлические характеристики скважины.

Описание конструкции может быть сохранено или прочитано из xml файла с расширением (*Wellbore file \*.wlb*). По умолчанию файлы описания конструкции скважины хранятся в директории *Рабочий каталог\wellbores\*.

#### Описание конструкции скважины

Пользователь может добавлять , удалять  или дублировать  интервалы скважины, а также редактировать их параметры в строках таблицы.

#	Тип интервала	Название	Длина ствола, м	Диаметр, мм	Доп. зазор, мм	Коэффициент трения	Материал/Порода
	Устье		0.000	327.06	6.35	0.200	L-80
1	Обсаженный ствол	355.6 X 14.27 L-80	152.400	327.06	6.35	0.200	L-80
2	Открытый ствол	2	457.200	317.50	6.35	0.200	Granite
3	Открытый ствол	3	2133.600	311.20	3.81	0.200	Marble

Для описания обсаженного ствола трубой из каталога ТМК, достаточно перетащить элемент на пустое поле таблицы либо на обсаженный

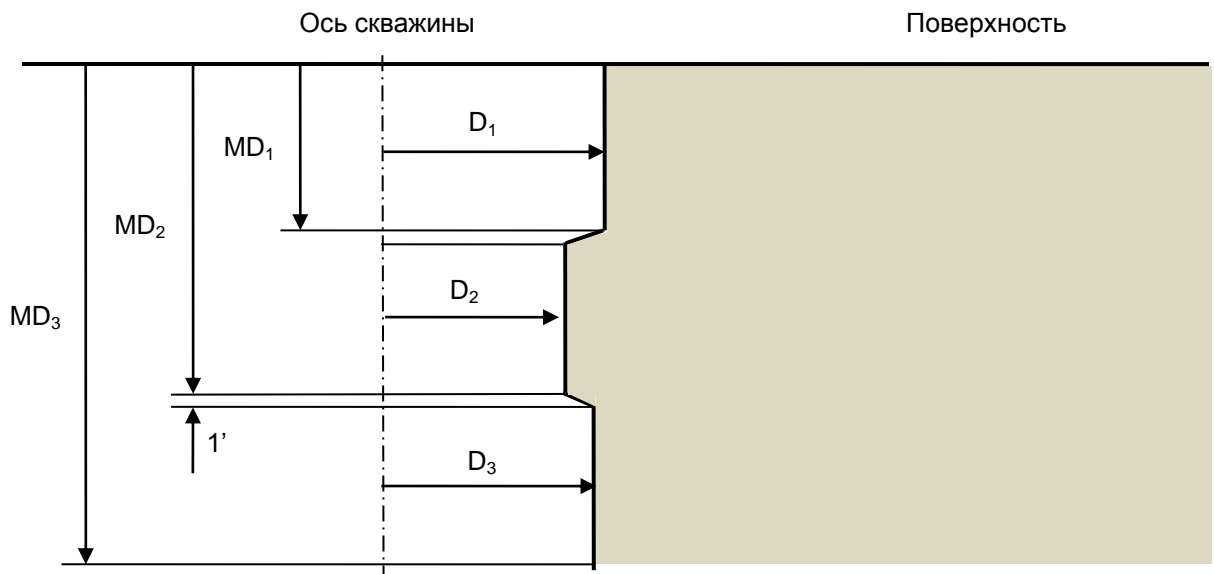
Интервал описывается *Длиной ствола* в нижней точке, типом (*Обсаженный* или *Открытый ствол*), диаметром скважины (складывается из базового *Диаметра* и *Дополнительного зазора*) и коэффициентом трения в контакте с бурильной колонной. Для обсаженного ствола дополнительно задается *Материал; Порода* – для открытого ствола.

Параметры интервалы доступны для редактирования в полях таблицы.



Элементы каталога ТМК могут использоваться для описания интервалов обсаженного ствола. Для инициализации характеристик интервала или добавления нового необходимо перетянуть соответствующий элемент каталога на поле таблицы (см. Раздел 1.4.7).

Diameter of the hole for analysis is calculated by summation of the *Inner diameter* and *Clearance* values. One feet transient sections are used for smoothing of hole diameter between sibling intervals, see the scheme on figure below.



Информация о конструкции скважины, задаваемая в таблице, автоматически отображается на схеме, расположенной справа.

Sample Wellbore\_tm\_k\_gs.wlb - описание буровой колонны

Конструкция скважины

Добавить интервал | Удалить интервал | Создать копию | Добавить перед выделенным | Добавить после выделенного | Очистить | Проверить данные | Материалы... | Породы... | Каталог ТМК | Подписи | 100% Показать всё | Сгенерировать отчет | PDF отчет

#	Тип интервала	Название	Длина ствола, м	Диаметр, мм	Доп. зазор, мм	Коэффициент трения
		Устье	0.000	327.06	6.35	0.200
1	Обсаженный ствол	355.6 X 14.27 L-80	152.400	327.06	6.35	0.200
2	Открытый ствол		457.200	317.50	6.35	0.200
3	Открытый ствол		2133.600	311.20	3.81	0.200

Интервалы скважины

Длина ствола, м

Диаметр, мм




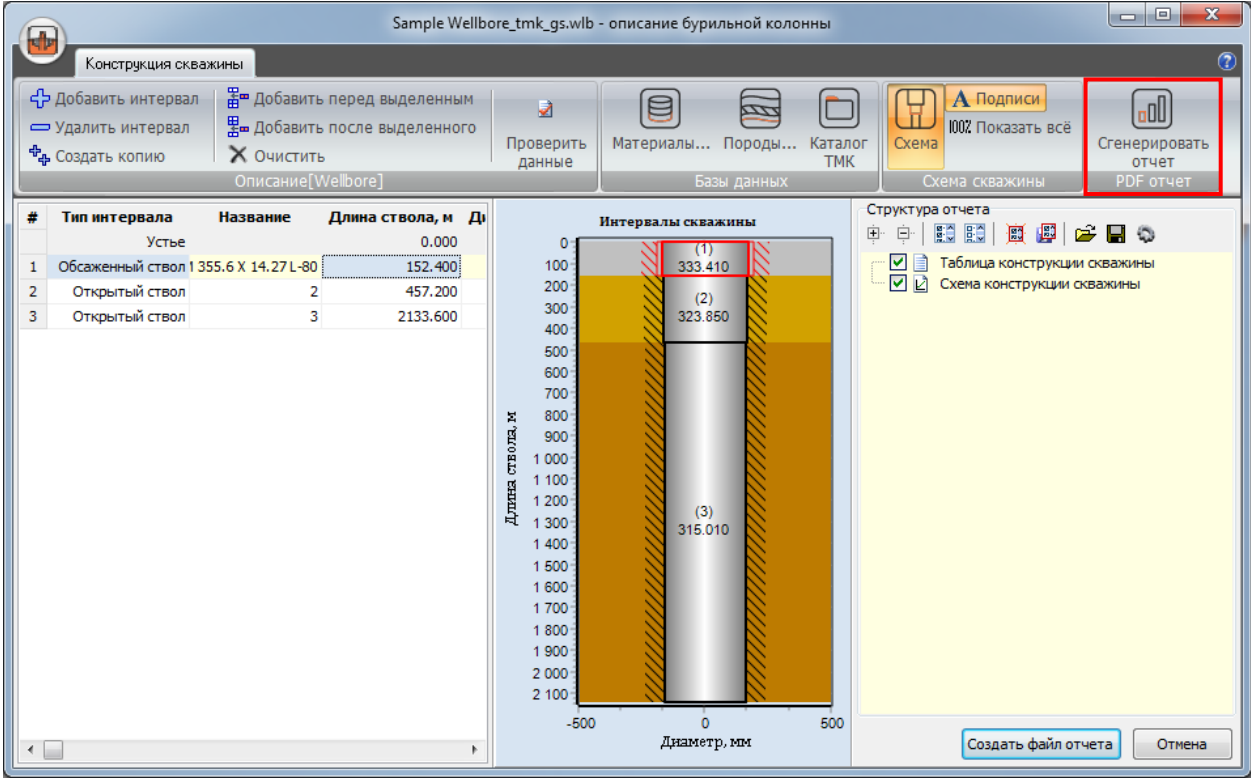


## Проверка данных

Для проверки описания конструкции скважины используйте кнопку **Проверить** головного меню окна редактора.

## Создание отчетов

Для представления описания конструкции скважины в виде PDF документа воспользуйтесь кнопкой  головного меню окна редактора.



Sample Wellbore\_tm\_k\_gs.wlb - описание буровой колонны

Конструкция скважины

Добавить интервал | Удалить интервал | Создать копию | Добавить перед выделенным | Добавить после выделенного | Очистить | Проверить данные | Материалы... | Породы... | Каталог ТМК | Схема | Подписи | 100% Показать всё | **Сгенерировать отчет PDF отчет**

#	Тип интервала	Название	Длина ствола, м	Д
		Устье	0.000	
1	Обсаженный ствол	1 355.6 X 14.27 L-80	152.400	
2	Открытый ствол	2	457.200	
3	Открытый ствол	3	2133.600	

Интервалы скважины

Длина ствола, м

Диаметр, мм

Структура отчета

- Таблица конструкции скважины
- Схема конструкции скважины

Создать файл отчета | Отмена



### 1.4.6. Редактор компоновки колонны

Используйте кнопку **Компоновка колонны** для создания/редактирования файла описания бурильной колонны.



Компоновка колонны описывается списком отдельных деталей/труб в последовательности «от долота к поверхности».

В Интерфейсе используется описание бурильной колонны как комбинации *КНБК* (компоновки нижней части бурильной колонны, работающей в условиях сжатия) и *Бурильной колонны* (верхней части колонны, состоящей из облученных труб).

Для описания обеих частей колонны используется одинаковый интерфейс, но файлы *Бурильной колонны* хранятся в XML файлах с расширением \*.drs, а файлы описания *КНБК* - в XML файлах с расширением \*.bha. Для хранения файлов по умолчанию используется каталог *Рабочий каталог\drillstrings*.

Список деталей/элементов/секций отображается в таблице; кнопки **Продольное сечение** и **Схема колонны** главного меню редактора позволяют визуально контролировать компоновку при создании.

Скриншот интерфейса редактора компоновки колонны. В центре экрана отображена таблица параметров деталей и секций. В нижней части экрана представлено изображение компоновки колонны в виде продольного сечения буровой колонны (БК) с указанием расстояния от долота в метрах.

Забой										
Деталь/Секция	Кол-во	Нар.диам...	Внутр.диам...	Длина, м	Пог. Масс...	Длина БК...	Макс.круп...	Макс.осев...	Название	
12 1/4" PDC Bit	1	311.15	25.4	0.458	478.23	0.458	0	0		
Cutting structure		311	25.4	0.051	592.34	0.051				
Body		311.15	71.12	0.28	565.71	0.331				
Shank		209.55	71.12	0.127	239.54	0.458				
12 1/4 Stabilizator	1	209.55	76.2	0.914	234.93	1.372	0	0		
Collar	1	209.55	76.2	1.524	234.93					
MFR tool	1	209.55	132.84	8.534	161.9					
12 3/16" Stabilizator	1	209.55	78.74	1.829	232.5					
MWD tool	1	209.55	131.32	6.706	164.4					
Crossover	1	209.55	76.2	0.61	234.9					
12 1/4 Roller Reamer	1	311.15	71.12	3.049	435.2					
Collar	1	203.2	71.12	9.143	144.62	32.767	0	0		
Float Sub	1	203.2	76.2	0.61	218.77	33.377	0	0		
XO Sub 3.0	1	203.2	76.2	0.61	218.77	33.987	0	0		
6 5/8" HWDP	4	209.55	114.3	36.58	108.01	70.567	0	0		
8" Jars	1	203.2	76.2	9.144	203.26	79.711	0	0		
6 5/8" HWDP	5	209.55	114.3	45.725	108.01	125.44	0	0		
8" Accelerator	1	203.2	76.2	9.144	203.26	134.58	0	0		
6 5/8" HWDP	2	209.55	114.3	18.29	108.01	152.87	0	0		
Sub 2.8	1	203.2	71.12	0.61	223.39	153.48	0	0		
5" Drill Pipe	1	177.8	101.6	9.449	41.962	162.93	0	0		
Dart Sub	1	127	76.2	0.914	63.642	163.84	0	0		
5" Drill Pipe	1	177.8	101.6	9.449	41.962	173.29	0	0		

Устье

Продольное сечение БК

Отображение компоновки



Интерфейс поддерживает несколько способов описания компоновки:

➤ Добавление деталей из Каталога деталей

Откройте каталог с помощью кнопки **Каталог деталей** главного меню приложения, либо с помощью кнопки **База данных деталей** главного меню окна редактора.

Перетащите деталь из дерева каталога в таблицу редактора компоновки; деталь будет добавлена в конец таблицы (к верхней части компоновки), ее параметры отобразятся в последних строках таблицы. Для изменения положения детали в компоновке/таблице воспользуйтесь кнопками **Переместить выше** (↑) или **Переместить ниже** (↓).

The screenshot displays the software interface for 'Sample Rotary BHA.bha\* - описание буровой колонны'. The main window is divided into several sections:

- Top Panel:** Contains buttons for 'Добавить деталь', 'Удалить деталь', 'Создать копию детали', 'Добавить секцию', 'Удалить секцию', 'Создать копию секции', 'Переместить выше', 'Переместить ниже', 'Проверить', 'База данных деталей', and 'Каталог ТМК'.
- Table (Забой):** A table with columns: 'Деталь/Се...', 'Кол-во', 'Нар.диам....', 'Внутр.диа...', 'Длина, м', 'Пог. Масс...', and 'Дл...'. The table lists various drill pipe components like '12 1/4" PD...', 'Collar', 'MFR tool', 'MWD tool', 'Crossover', '12 1/4 Roll...', 'Collar', 'Float Sub', '5" Drill Pipe', and 'Dart Sub'.
- Right Panel (База данных деталей):** A tree view showing a catalog of parts, including 'буровые трубы' (drill pipes) of various sizes and 'Утяжеленные буровые трубы' (heavy drill pipes).
- Bottom Panel (Устье):** A diagram titled 'Продольное сечение БК' (Longitudinal section of BHA) showing the assembly of the drill pipe components along a distance of 0 to 100 meters.

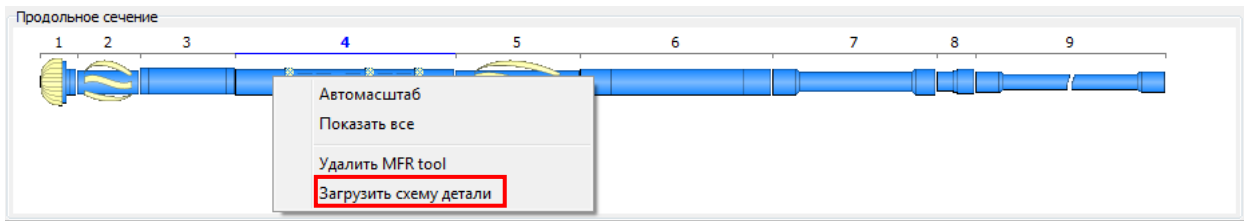
Annotations in the image highlight the process of moving a detail from the catalog to the table:

- A red box highlights the 'База данных деталей' and 'Каталог ТМК' buttons.
- A red arrow points from a '5", Drill Pipe, 25.6 ppf' item in the catalog to the table.
- A green box contains the text: 'Деталь перетаскивается из дерева БД в таблицу' (Detail is dragged from the database tree to the table).
- A blue box contains the text: 'Положение детали после перетаскивания можно изменить' (The position of the detail after dragging can be changed).
- Red arrows point to the '↑' and '↓' buttons in the top panel, indicating how to move the detail within the table.

Для добавления нескольких экземпляров детали можно повторить процедуру несколько раз, либо указать необходимое число экземпляров в поле **Кол-во** (количество) соответствующей строки таблицы.



Для отображения на *Схеме* для каждой детали можно назначить два графических образа – для одного и для нескольких экземпляров детали.



### ➤ Добавление деталей из Каталога ТМК

Откройте каталог с помощью кнопки **Каталог ТМК** главного меню приложения, либо главного меню окна редактора.

Перетащите деталь из списка деталей каталога, либо с Технического листа детали в таблицу редактора компоновки; деталь будет добавлена в конец таблицы (к верхней части компоновки), ее параметры отобразятся в последних строках таблицы. Для изменения положения детали в компоновке/таблице воспользуйтесь кнопками **Переместить выше** (↑) или **Переместить ниже** (↓).

Деталь/Секция	Кол-во	Нар.диам...	Внутр.диам...	Длина, м	Пог. Масс...	Длина БК...	Макс.круп...	Макс.осев...	Наз...
12 1/4" PDC Bit	1	311.15	25.4	0.458	478.23	0.458	0	0	
12 1/4" Stabilizer	1								
Float Sub	1								
XO Sub 3.0	1								
6 5/8" HWDP	4								
8" Jars	1								
6 5/8" HWDP	5								
8" Accelerator	2								
6 5/8" HWDP	1								
Sub 2.8	1								
5" Drill Pipe	1								
Dart Sub	1								
5" Drill Pipe	1								
TMK UP FMC 177.8 X 9.19 C-90									

Для добавления нескольких экземпляров детали можно повторить процедуру несколько раз, либо указать необходимое число экземпляров в поле **Кол-во** (количество) соответствующей строки таблицы.



### ➤ Создание новых деталей

Пользователь может создавать и редактировать детали непосредственно в *Редакторе компоновки*. Головное меню редактора позволяет создать новую (I+), удалить (I-) или дублировать (I+) выбранную деталь.

Интерфейс описания детали в *Редакторе компоновки* соответствует интерфейсу, применяющемуся в *Каталоге деталей* (см. Раздел 1.4.2.1). Головное меню редактора позволяет описывать детали, включающие единственный элемент - вал. Для получения доступа к дополнительным инструментам создания/редактирования описания детали необходимо выбрать соответствующую строку таблицы и нажать на кнопку [**Имя детали**] **подробности...** на главном меню редактора.

5" Drill Pipe - Редактор детали

Редактор детали

Добавить секцию | Удалить секцию | Создать копию секции | Переместить выше | Переместить ниже | Проверить | Продольное сечение | Схема детали | Принять | Отменить

Деталь/Секция	Нар.диам., мм	Внутр.диам., мм	Длина, м	Смещение по валу, м	Пог. Масса, кг/м	Длина БК, м	Макс.кр.
1 Вал	177.8	101.6	9.449	0	41.962	9.449	
1.1	177.8	101.6	0.305		131.26	0.305	
1.2	127	101.6	8.839		35.799	9.144	
1.3	177.8	101.6	0.305		131.26	9.449	

Устье



Схема детали

Продольное сечение БК

Диаметр, мм

Расстояние от долота, м

Система единиц: СИ | Режим:

Для сохранения изменений в описании компоновки нажмите **Принять** , для закрытия окна редактора без сохранения изменений нажмите **Отмена** .



## Список параметров

Параметр	Размерность		Описание
	SI	Imp	
Категория <i>Общие</i> - <b>A</b>			
Деталь/секция			Название детали.
Описание			Описание детали.
Количество			Число экземпляров детали.
Категория <i>Геометрия</i> - <b>Ø</b>			
Тип			Тип секции: <i>Однородная или С лезвиями.</i>
OD	мм	дюйм	Секция: наружный диаметр секции. Труба: максимальный наружный диаметр.
ID	мм	дюйм	Секция: внутренний диаметр секции. Труба: минимальный внутренний диаметр.
CD	мм	дюйм	Секция: контактный диаметр секции. Труба: максимальный контактный диаметр. <b>Замечание:</b> Для однородной секции контактный диаметр равен наружному; для секции с лезвиями – параметр задается отдельно.
Длина	м	фут	Длина секции
Смещение	м	фут	Parameter of multi-pipe parts description: distance from the lower end of <i>Shaft pipe</i> to the lower end of <i>Outer pipe</i> . <b>Замечание:</b> Alignment field is available for <i>Outer pipe</i> items only.
Категория <i>Инерция</i> - <b>M</b>			
Материал			Материал секции. Материал может быть задан для секции или детали в целом. Если для всех секций назначен одинаковый материал, его название отображается в строке детали. <b>Замечание:</b> Материал выбирается из справочника материалов; при отсутствии подходящего элемента БД необходимые материал должен быть предварительно добавлен в базу данных.





Пог. масса	кг /м	lbm/фу т	<p>Погонная масса секции/детали.</p> <p>Погонная масса секции рассчитывается автоматически по плотности материала и геометрии поперечного сечения.</p> <p>Погонная масс детали рассчитывается как масса всех секций, деленная на длину детали.</p>
Масса	Кг	lbm	<p>Масса секции/детали.</p> <p>Масса секции рассчитывается автоматически по плотности материала и геометрии секции.</p> <p>Масса детали складывается из масс секций.</p> <p><b>Замечание:</b> <i>Погонная массас</i> и <i>Масса</i> для секции или детали может быть задана вручную в режиме <b>Продвинутого пользователя</b>. Для этого необходимо выбрать соответствующую строку в таблице и отключить флажок <b>Авторасчет массы</b> во всплывающем меню.</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: fit-content;"> <input checked="" type="checkbox"/> Авторасчет массы     </div>
Категория <i>Сводка</i> - <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">Σ</span>			
Полная длина	м	фут	<p>Накопленная длина:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Для секции: расстояние от нижней точки сборки до верхней точки секции.</li> <li>• Для детали: расстояние от нижней точки сборки до верхней точки детали.</li> </ul>
Полная масса	кг	lbm	<p>Накопленная масса:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Для секции: масса всех секций от нижней точки сборки до верхней точки секции.</li> <li>• Для детали: масса всех секций от нижней точки сборки до верхней точки детали.</li> </ul>
Категория <i>Жесткость</i> - <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">⚙</span>			
Тип модели			<p><i>Pipe model type:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Flexible</i> – pipe sections are simulated by flexible uniform beams;</li> <li>• <i>Rigid</i> – pipe is modeled with absolutely rigid body of the prescribed geometry;</li> <li>• <i>3D FEM model</i> – pipe model is described by 3D finite element model (*.fss file), imported from FEM software in accordance to the modal finite element approach.</li> </ul>





Пог. осевая жесткость	кПа	ksi	Погонная осевая/изгибная/крутильная жесткость секции/детали. Параметры для секции вычисляются автоматически по характеристикам материала и геометрии секции.
Пог. изгибная жесткость	кН/м <sup>2</sup>	kip/фут <sup>2</sup>	Значение для детали вычисляется из жесткости и длине секций. <b>Замечание:</b> Погонная осевая/изгибная/крутильная жесткость секции/детали может быть задана вручную в режиме <b>Продвинутого пользователя</b> . Для этого необходимо выбрать соответствующую строку в таблице и отключить соответствующий флажок <b>Авторасчет ...</b> во всплывающем меню.
Пог. крутильная жесткость	кН/град	kip/deg	<input checked="" type="checkbox"/> Авторасчет осевой жесткости <input checked="" type="checkbox"/> Авторасчет изгибной жесткости <input checked="" type="checkbox"/> Авторасчет крутильной жесткости
Категория <i>Безопасность</i> - [S]			
Мах. Момент	кН*м	kip*фут т	Значение максимально допустимого момента/осевой силы может быть задано как для секции, так и для детали в целом.
Мах. Сила	кН	kip	

### Проверка данных

Для проверки описания компоновки используйте кнопку **Проверить** головного меню окна редактора.

### Создание отчетов

Для представления описания компоновки колонны в виде PDF документа

воспользуйтесь кнопкой  головного меню окна редактора.



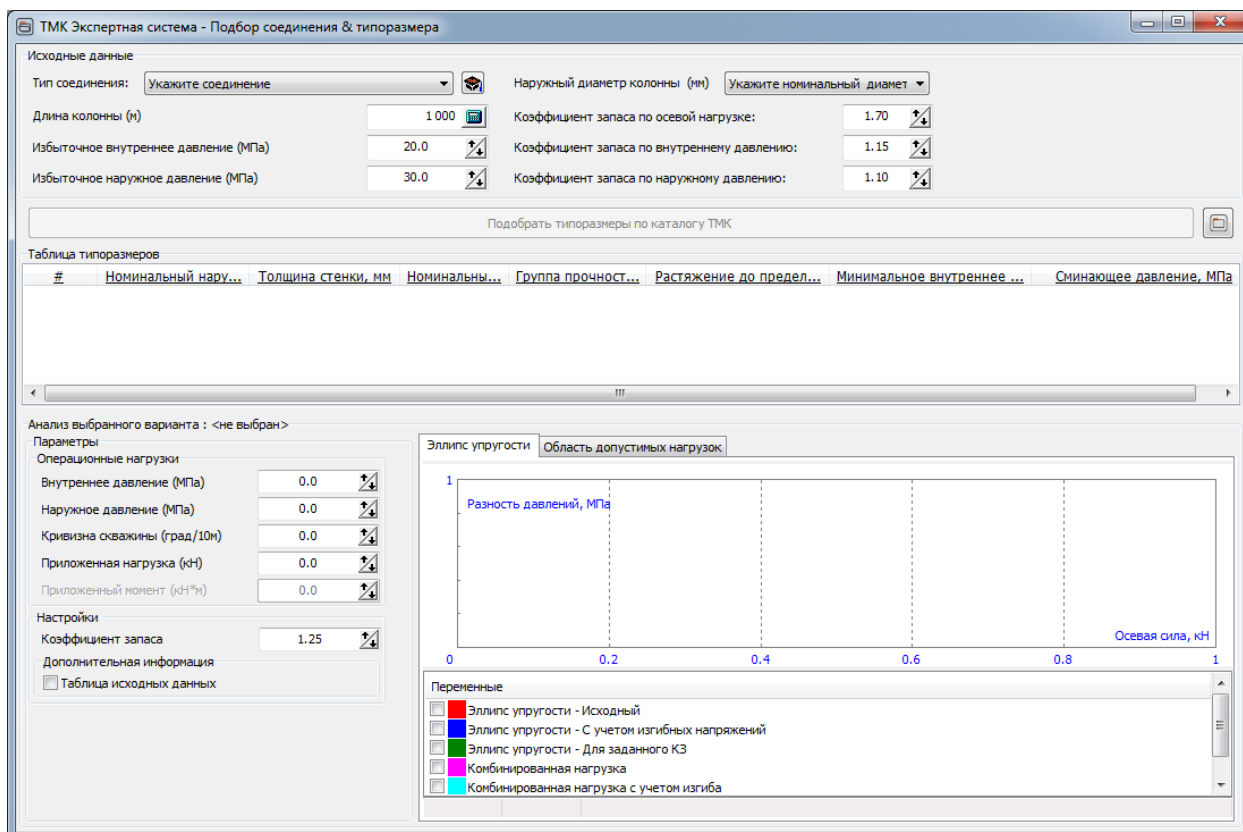
### 1.4.7. Работа с каталогом ТМК

Приложение ExpertProDrilling включает дополнительные инструменты для подбора трубной продукции из каталога ТМК в соответствии с внутренними рекомендациями компании.



Инструмент **Работа с каталогом ТМК** имеет следующий функционал:

- Подбор соединения в соответствии с внутренними рекомендациями компании ТМК; задание дополнительных критериев подбора типоразмеров труб.
- Автоматический выбор допустимых к применению труб по заданным критериям: Тип соединения, Номинальный диаметр колонны, Избыточное внутреннее давление, Избыточное внешнее давление, Длина колонны и набор коэффициентов запаса.
- Дополнительная оценка выбранного типоразмера по допускаемым уровням эксплуатационных нагрузок с помощью диаграмм **Эллипс напряжений** и **Область допустимых значений**.
- Добавление выбранного типоразмера в состав компоновки колонны – перетаскивание в таблицу *Редактора компоновки* (см. Раздел 1.4.6).





## Выбор типа соединения и номинального диаметра колонны

Выберите *Тип соединения* из выпадающего списка, либо воспользуйтесь вспомогательным инструментом – **Алгоритм выбора оптимального соединения** – содержащим рекомендации по выбору соединения для различных рабочих сред, условий эксплуатации, типов скважин и пр.

Исходные данные

Тип соединения: ТМК UP CENTUM

Длина колонны (м) 1 000

Избыточное внутреннее давление (МПа)

Избыточное наружное давление (МПа)

Алгоритм выбора оптимального резьбового соединения

Выбор соединения

Эксплуатационная / Промежуточная среда

1. Вертикальный участок

Газ

Операции с вращением

Стандартный зазор

Муфтовое соединение

Эффективность соединения

ТМК UP CENTUM

Эффективность соединения

Увеличенный зазор

Операции без вращения

Нефть

Операции с вращением

Стандартный зазор

Муфтовое соединение

Эффективность соединения 100/60 и выше

ТМК UP CWB

Эффективность соединения 100/60 и ниже

Увеличенный зазор

Операции без вращения

Агрессивная среда

2. Наклонно-направленный и горизонтальный участок

Наружный диаметр колонны (мм)

Укажите наружный диаметр

Укажите наружный диаметр

Кoeffициент запаса по осевой нагрузке 73.02

Кoeffициент запаса по внутреннему давлению 88.90

Кoeffициент запаса по внутреннему давлению 114.30

Кoeffициент запаса по внутреннему давлению 139.70

Кoeffициент запаса по наружному давлению 168.28

Кoeffициент запаса по наружному давлению 177.80

Кoeffициент запаса по наружному давлению 193.68

Далее выберите *Наружный диаметр колонны* из выпадающего списка.

**Примечание:** Список допустимых значений параметра *Номинальный диаметр колонны* автоматически инициализируется по выбранному *Типу соединения*.

Исходные данные

Тип соединения: ТМК UP CENTUM

Наружный диаметр колонны (мм)

Укажите наружный диаметр

Укажите наружный диаметр

Кoeffициент запаса по осевой нагрузке 73.02

Кoeffициент запаса по внутреннему давлению 88.90

Кoeffициент запаса по внутреннему давлению 114.30

Кoeffициент запаса по внутреннему давлению 139.70

Кoeffициент запаса по наружному давлению 168.28

Кoeffициент запаса по наружному давлению 177.80

Кoeffициент запаса по наружному давлению 193.68

Таблица типоразмеров

#	Номинальный нару...	Толщина стенки, мм	Номинальны...	Группа прочност...	Растяжение до предел...	Минимальное внутреннее ...

При необходимости задайте оставшиеся критерии подбора: *Длина колонны*, *Избыточное внутреннее/наружное давление*, *Кoeffициенты запаса*.

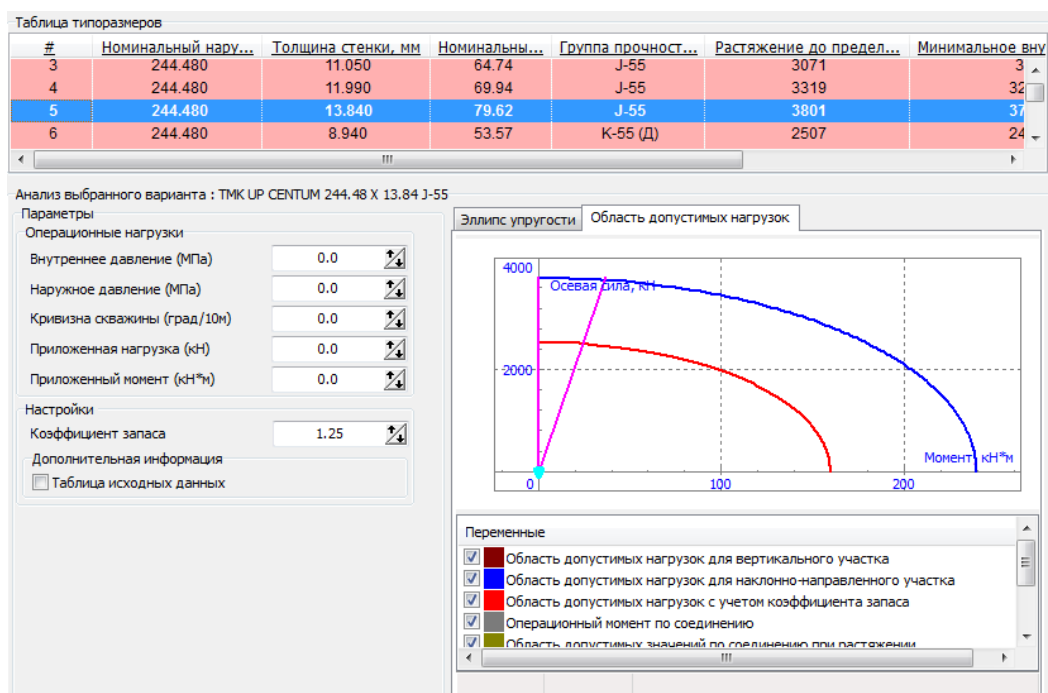
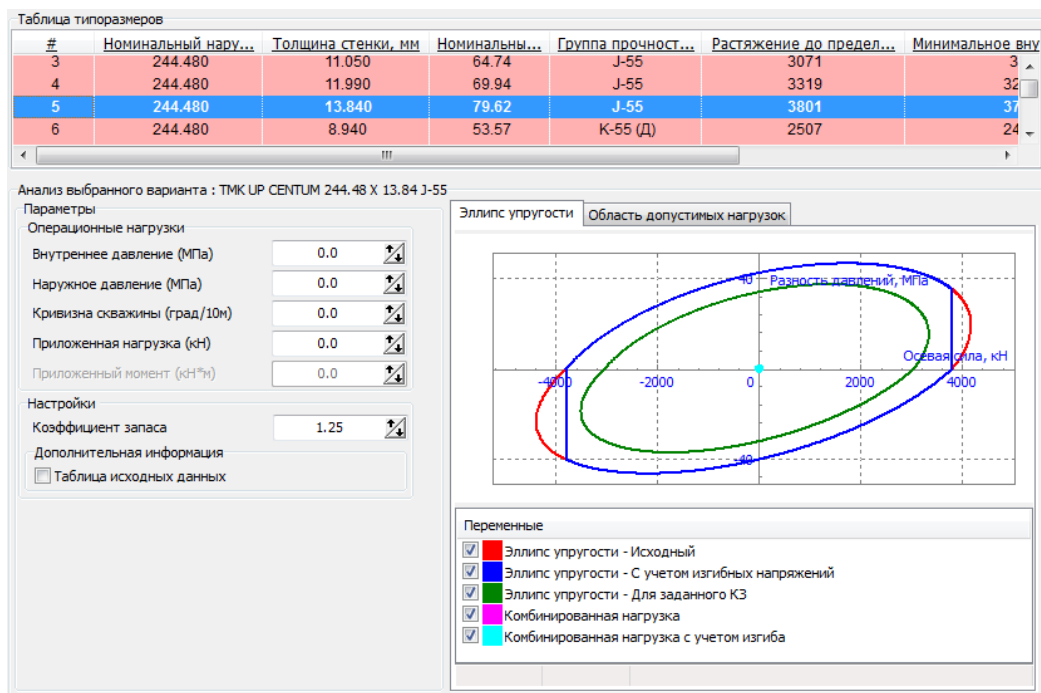




## Дополнительная оценка выбранного типоразмера

Для дополнительной оценки типоразмера с использованием диаграмм **Эллипс упругости** и **Область допустимых нагрузок** необходимо выбрать соответствующую строку таблицы.

Для заданных операционных нагрузок (**Внутреннее и Наружное давление, Кривизна скважины, Приложенная нагрузка и Момент**) диаграммы позволяют визуально оценить попадание точек, соответствующих условиям эксплуатации, в области допустимых значений диаграмм, а также оценить коэффициент запаса (варьируя соответствующие параметры).





## 1.5. Интерфейс проекта

Приложение ExpertProDrilling предназначено для решения различных типов задач, связанных с моделированием поведения буровой колонны в скважине, анализа и представления результатов расчетов.

### Структура проекта

Интерфейс приложения предполагает организацию исходных данных, настроек и результатов расчета в виде отдельных *проектов*.

В рамках приложения одновременно может быть запущен один или несколько проектов, каждый из которых включает:

- *Исходные данные*

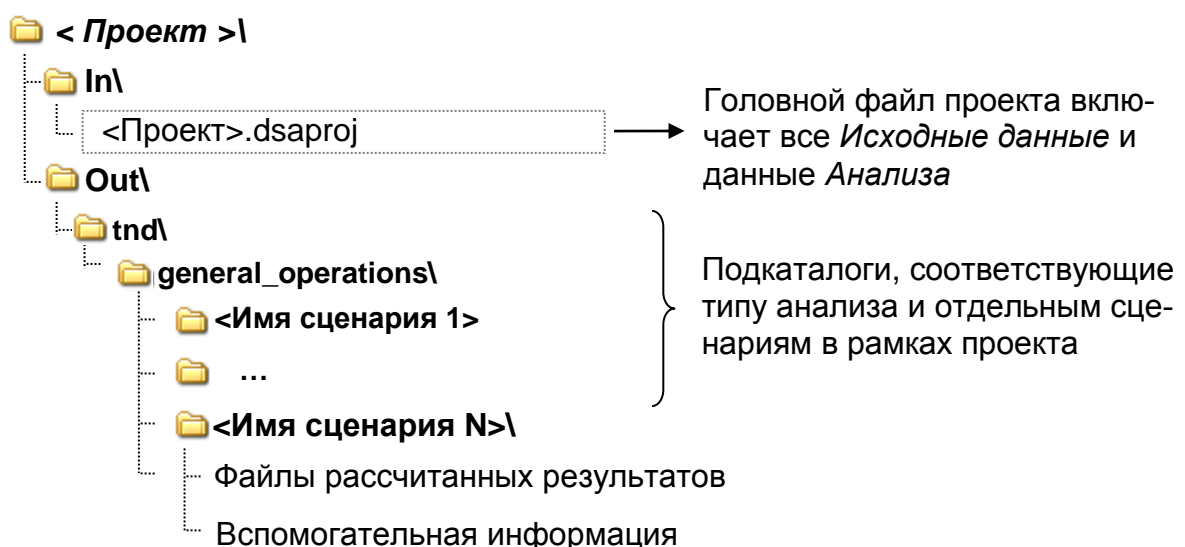
Описание одной или нескольких траекторий скважины, вариантов конструкции, компоновок нижней и верхней частей буровой колонны, используемых в проекте.

- *Анализ*

В рамках одного проекта может рассматриваться множество вариантов расчета – сценариев. Каждый сценарий соответствует определенному положению колонны в скважине, набору операционных параметров и настроек решателя. Интерфейс предусматривает возможность сравнения результатов расчета различных сценариев в рамках одного проекта.

### Хранение данных проекта

Данные проекта хранятся в виде каталога с именем проекта, имеющего следующую структуру:




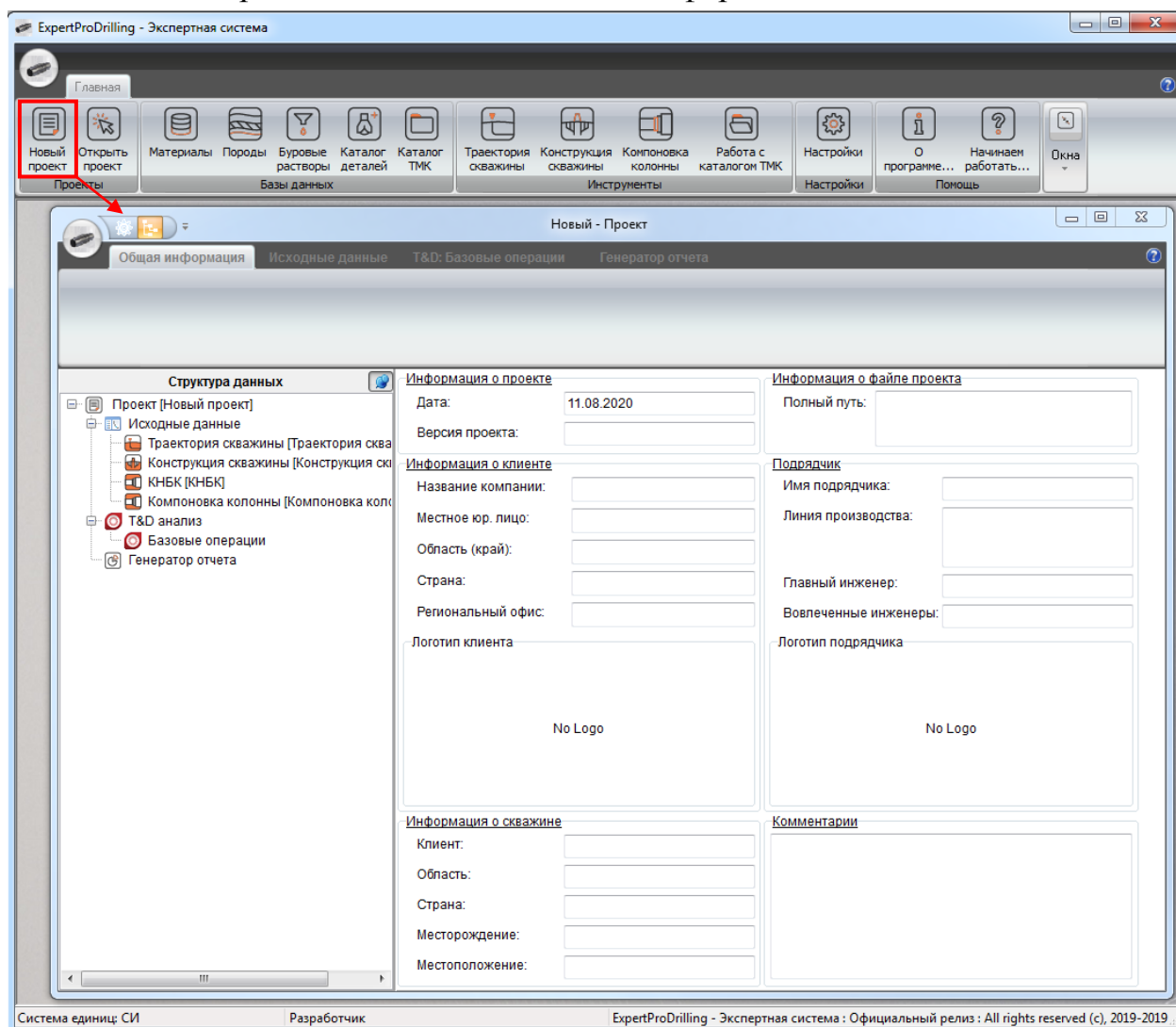
Файлы проектов по умолчанию сохраняются в директории <Рабочий каталог>\projects.





### 1.5.1. Создание нового проекта

Для создания нового проекта нажмите кнопку  главного меню приложения - *Окно проекта* появится на главной форме.




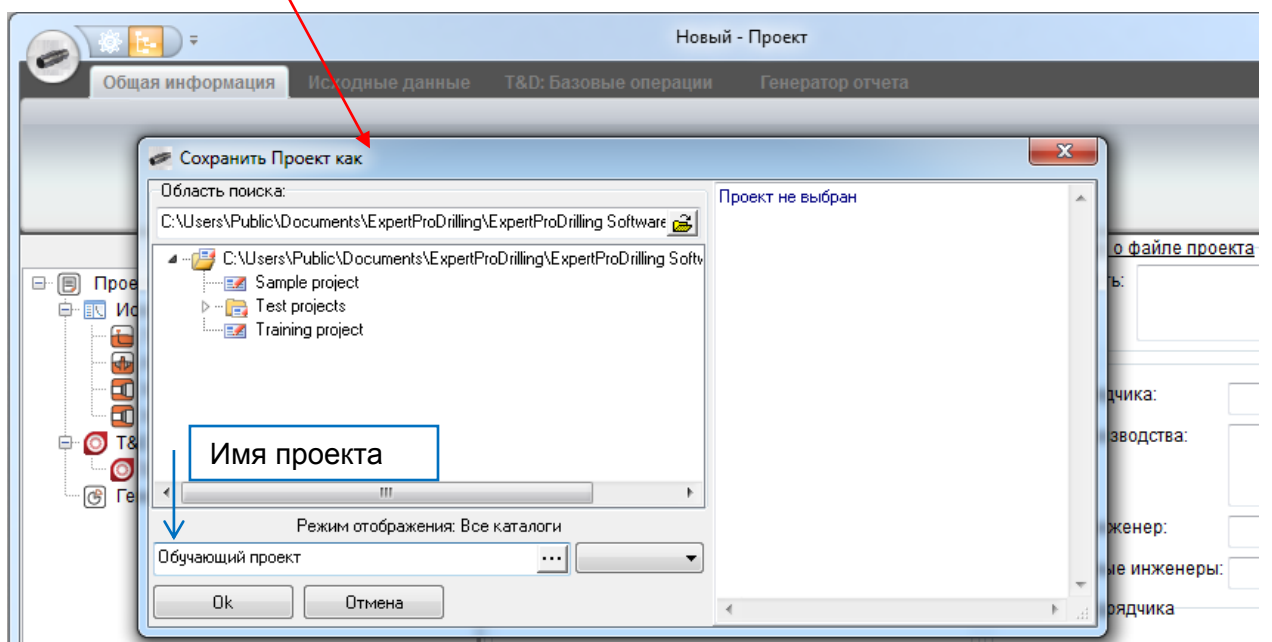
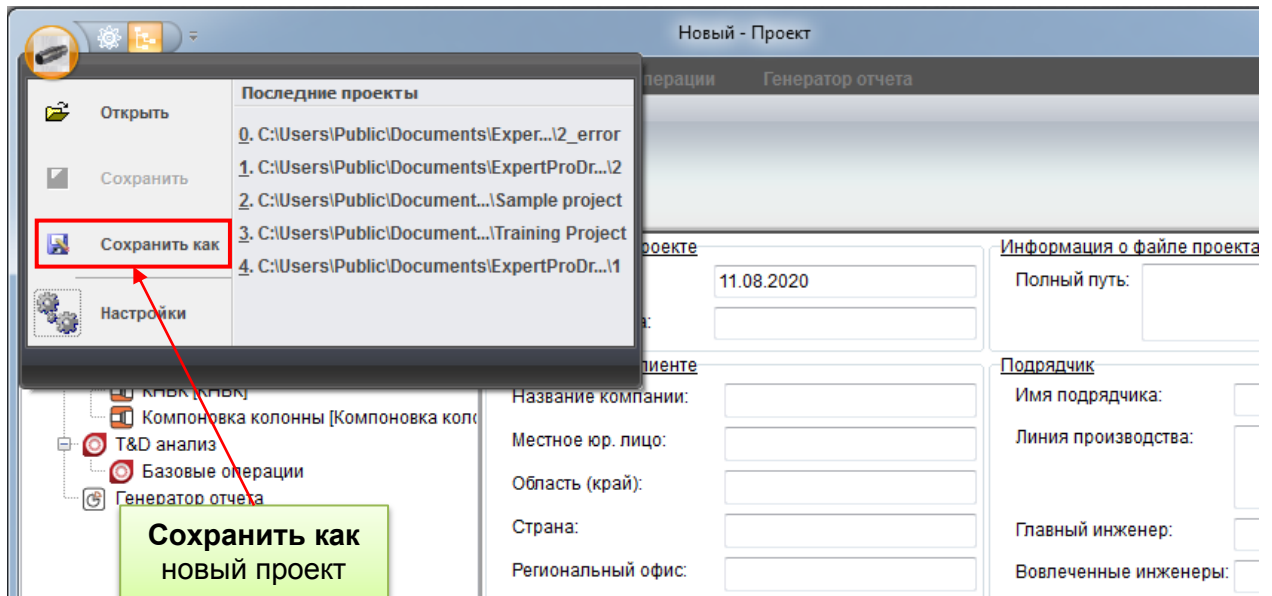
Структура закладок *окна проекта* описана в Разделе 1.5.4.






## 1.5.2. Сохранение проекта

Новый проект не сохраняется автоматически при создании. Для сохранения нового проекта воспользуйтесь кнопкой **Сохранить как ...**  и в диалоговом окне **Сохранить проект как** выберите расположение и имя проекта (имя головного каталога для хранения данных проекта).



После сохранения имя проекта отобразится в заголовке окна.

При внесении изменений в описание сохраненного проекта к имени добавляется постфикс " \* " и становится доступной опция **Сохранить** .



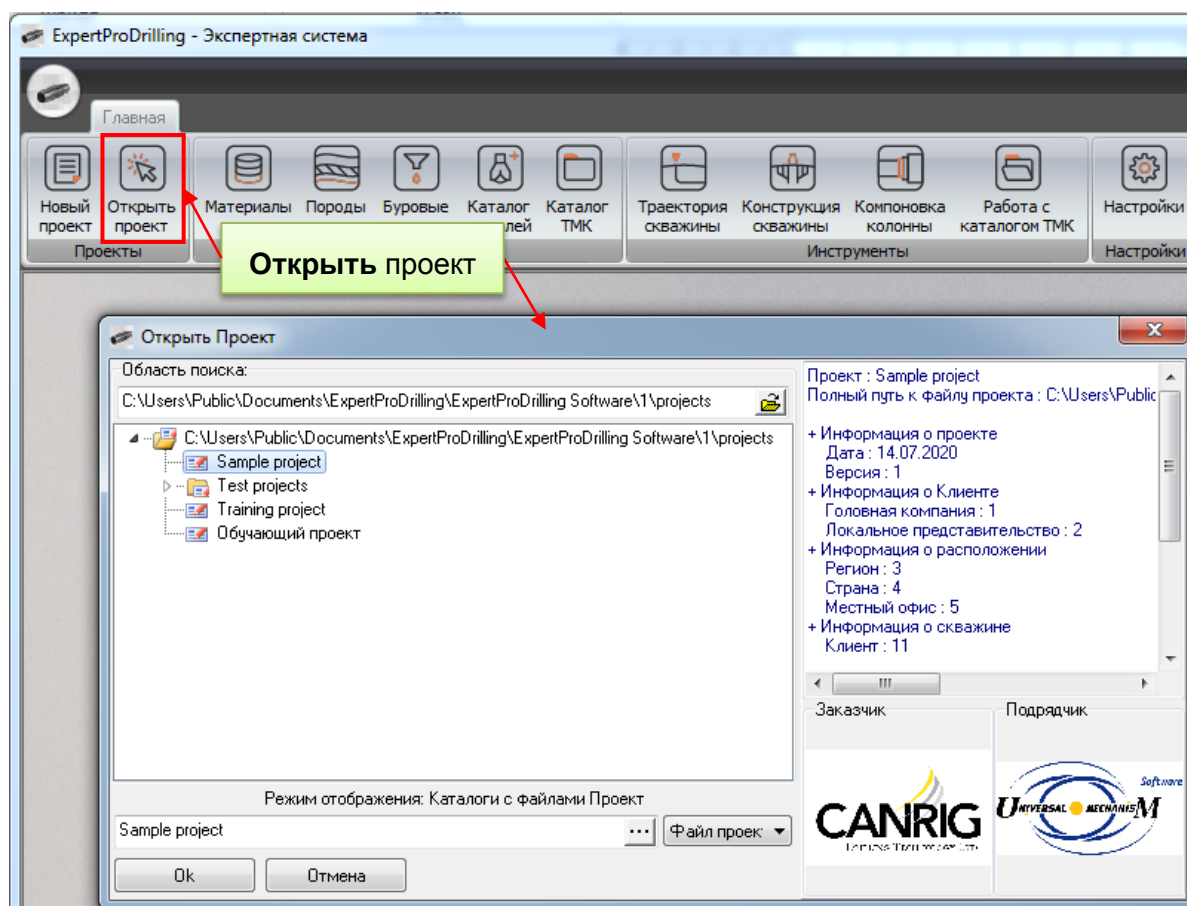
### 1.5.3. Загрузка проекта

Для загрузки ранее сохраненного проекта воспользуйтесь кнопкой **Открыть проект** головного меню приложения.

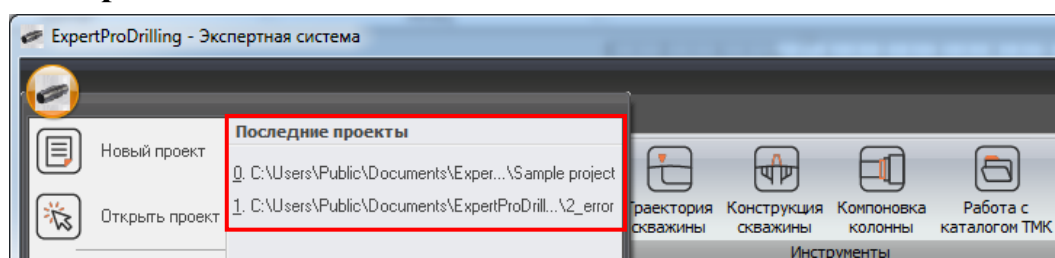


Программа автоматически сканирует < Рабочий каталог > приложения для поиска сохраненных проектов. Список найденных проектов отображается в виде дерева на левой панели диалогового окна **Открыть проект**. Краткая информация о выбранном проекте отображается на правой панели.

Нажмите **Ок** для загрузки выбранного проекта, или **Отмена** для закрытия окна диалога.



Пользователь может также выбрать проект из списка недавно открытых – **Последние проекты**.





## 1.5.4. Окно проекта

ExPD *Project* window interface enables access to the *General project info*, *Drilling information*, and *Torque & Drag analyses data*.

### 1.5.4.1. Дерево проекта

Для навигации по закладкам окна проекта используется дерево *Структура проекта*, расположенное на левой панели окна.

The screenshot displays the software interface for '1.dsaproj - Проект\*'. The top menu bar includes 'Общая информация', 'Исходные данные', 'T&D: Базовые операции', and 'Генератор отчета'. Below the menu is a toolbar with various icons for file operations, data management, and report generation. The main window is divided into three sections:

- Left Panel (Navigation Tree):** Titled 'Структура данных', it shows a hierarchical tree of project components. A green callout box labeled 'Структура данных дерева навигации' points to this tree.
- Top Panel (Tabbed Menu):** Titled 'Панель закладок Головного меню', it contains several buttons for navigation and data processing. A green callout box points to this panel.
- Main Table:** A data table with columns: '#', 'Длина ствола, м', 'Зенит, град', 'Азимут, град', 'Глубина, м', 'Гориз.смещ., м', 'С+/Ю-, м', 'В+/З-, м', and 'Иск'. The table contains 27 rows of data.

A blue callout box labeled 'Нажмите, чтобы скрыть дерево навигации' points to a small icon in the top-left corner of the main table area.

#	Длина ствола, м	Зенит, град	Азимут, град	Глубина, м	Гориз.смещ., м	С+/Ю-, м	В+/З-, м	Иск
1	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	144.300	0.00	0.00	144.300	0.000	0.000	0.000	0.000
3	170.000	0.53	145.54	170.000	0.064	-0.098	0.067	
4	191.000	0.53	145.54	191.000	0.005	-0.067	0.146	
5	215.500	0.53	145.54	215.500	-0.238	0.162	0.229	
6	242.000	0.53	145.54	242.000	-0.475	0.360	0.371	
7	271.000	0.53	145.54	271.000	-0.662	0.505	0.508	
8	303.000	0.53	145.54	303.000	-0.716	0.535	0.574	
9	332.000	0.09	46.48	331.996	-0.724	0.532	0.603	
10	361.000	0.09	42.70	359.996	-0.765	0.564	0.634	
11	390.000	0.09	292.49	388.996	-0.786	0.589	0.629	
12	419.000	0.09	8.69	417.996	-0.808	0.620	0.611	
13	448.000	0.18	266.38	446.996	-0.810	0.640	0.569	
14	474.000	0.18	272.01	473.996	-0.776	0.639	0.484	
15	503.000	0.35	143.51	502.996	-0.715	0.569	0.491	
16	560.000	0.18	168.56	559.995	-0.552	0.341	0.613	
17	588.000	0.45	130.54	587.994	-0.482	0.227	0.705	
18	600.000	1.40	185.94	599.993	-0.327	0.050	0.726	
19	630.000	4.35	198.25	629.952	1.159	-1.395	0.331	
20	660.000	7.34	200.58	659.793	4.209	-4.270	-0.699	
21	690.000	10.34	201.56	689.433	8.817	-8.569	-2.362	
22	699.130	11.25	201.76	698.401	10.526	-10.158	-2.993	
23	720.000	11.25	201.76	718.870	14.597	-13.940	-4.503	
24	750.000	11.25	201.76	748.294	20.449	-19.375	-6.673	
25	780.000	11.25	201.76	777.717	26.301	-24.811	-8.842	
26	810.000	11.25	201.76	807.141	32.153	-30.247	-11.012	
27	840.000	11.25	201.76	836.565	38.005	-35.682	-13.182	



### 1.5.4.2. Общая информация

Закладка **Общая информация** содержит описание проекта - информацию, не относящуюся непосредственно к расчетам.

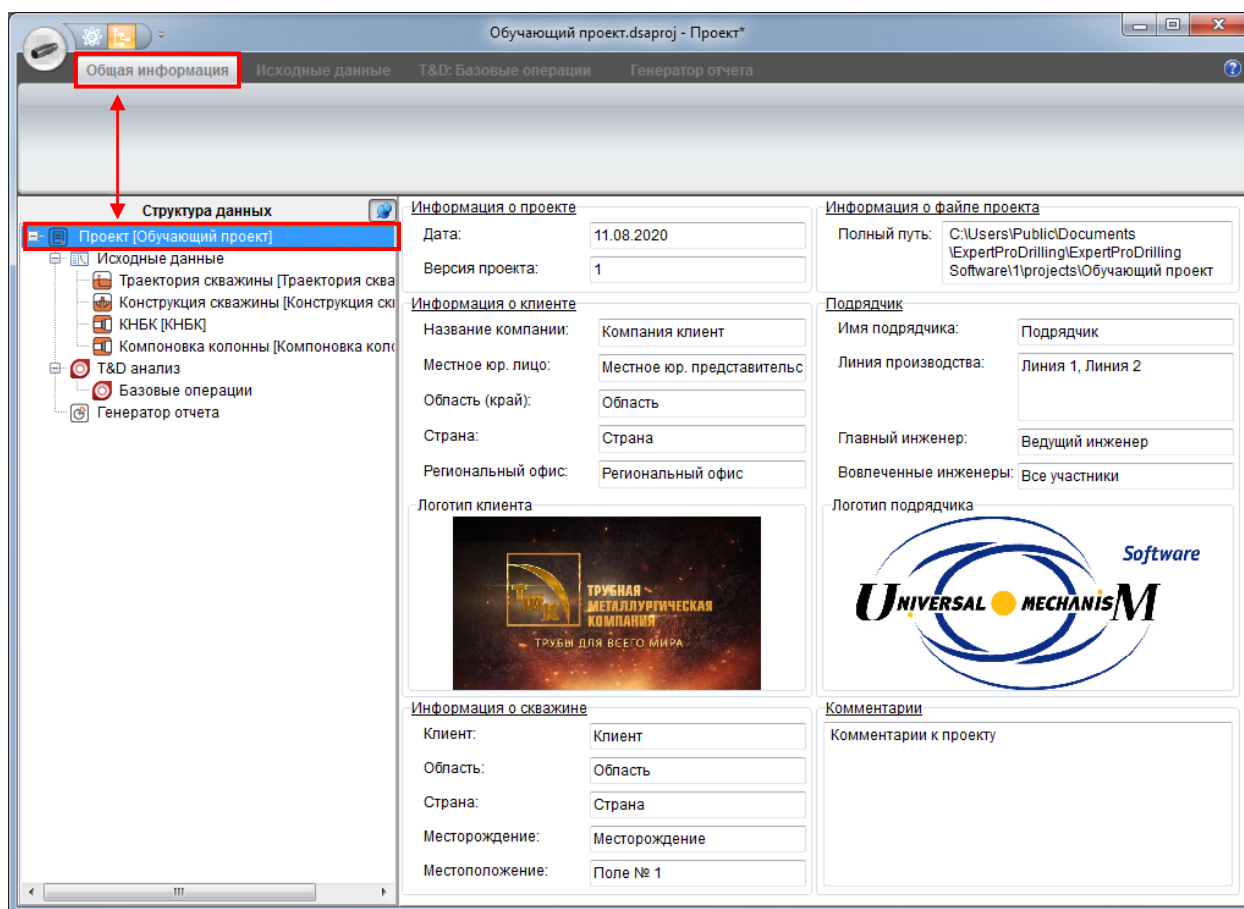
- ✓ Информация о проекте и каталоге проекта
  - Дата последнего изменения – дата создания либо последнего изменения/сохранения проекта.
  - Версия проекта
  - Полный путь к каталогу проекта (с прямым доступом через всплывающее меню)

- ✓ Информация о компании-клиенте и компании-подрядчике.

**Внимание:** Дважды щелкните на области Логотип клиента / подрядчика для загрузки изображений логотипов. По умолчанию файлы логотипов хранятся в директории <Рабочий каталог>\logos\. Для удаления логотипа воспользуйтесь опцией всплывающего меню.

- ✓ Информация о скважине

- ✓ Комментарии к проекту





### 1.5.4.3. Исходные данные

Для доступа к элементам *Исходных данных* проекта – вариантам траектории и конструкции скважин, компоновок нижней и верхней частей колонны – воспользуйтесь деревом *Структура данных*.

Элементы исходных данных отображаются в дереве под узлом **Исходные данные** и сгруппированы в ветки по типам – **Траектории скважин**, **Конструкции скважин**, **КНБК**, **Компоновки верха колонны**.

#	Тип интервала	Название	Длина ствола, м	Диаметр, мм
	Устье		0.000	381.00
1	Открытый ствол		152.400	381.00
2	Открытый ствол		457.200	317.50
3	Открытый ствол		2133.600	311.20

Для отображения/редактирования описания элемента данных выберите соответствующий узел в дереве *Структура данных* дереве; инструменты редактирования описания отобразятся на закладке **Исходные данные** головного меню *окна проекта*.

Всплывающее меню дерева позволяет осуществлять следующие действия:

- добавить новый элемент описания;
- удалить выбранный элемент;
- создать копию выбранного элемента;
- удалить результаты расчета (удалить результаты всех расчетов, в которых используется описание выбранного элемента).

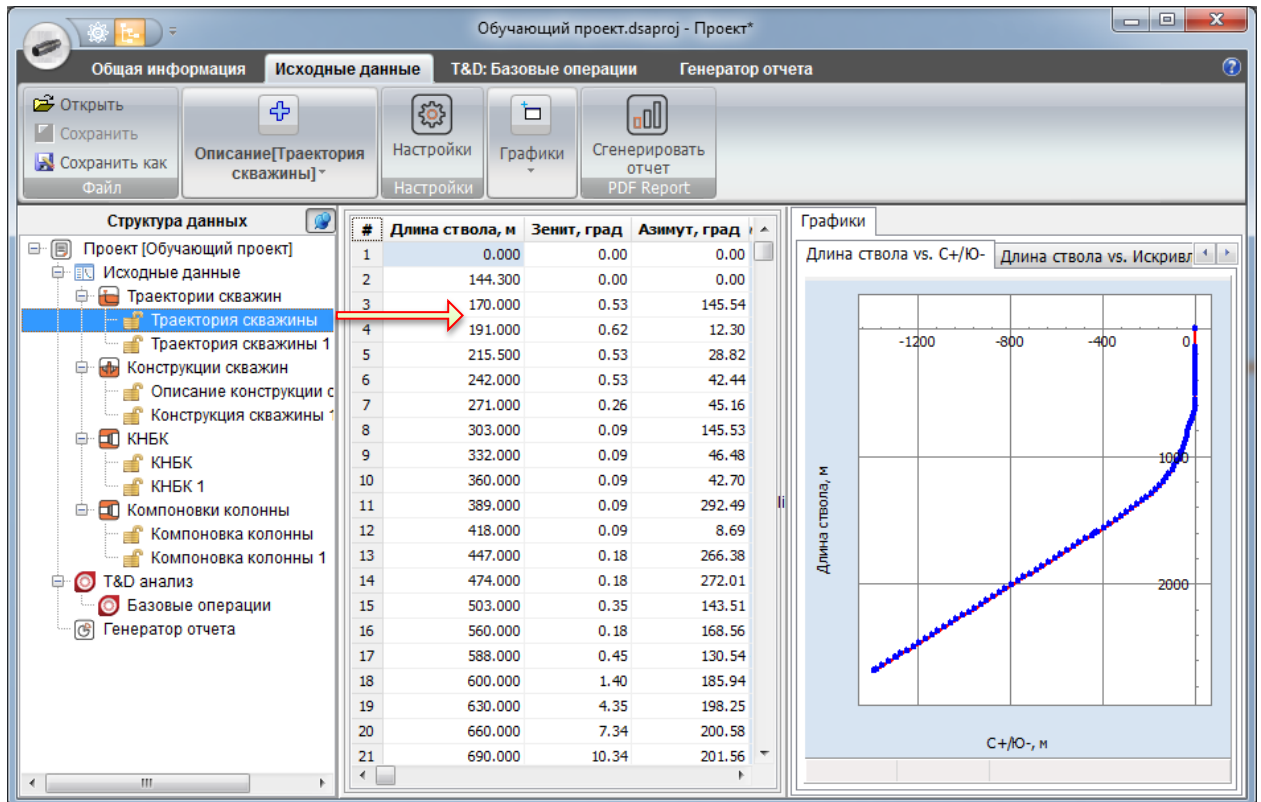
**Внимание:** Редактирование описания и удаление элемента заблокировано (иконка на узле дерева), если проект содержит результаты расчета, полученные с его использованием.





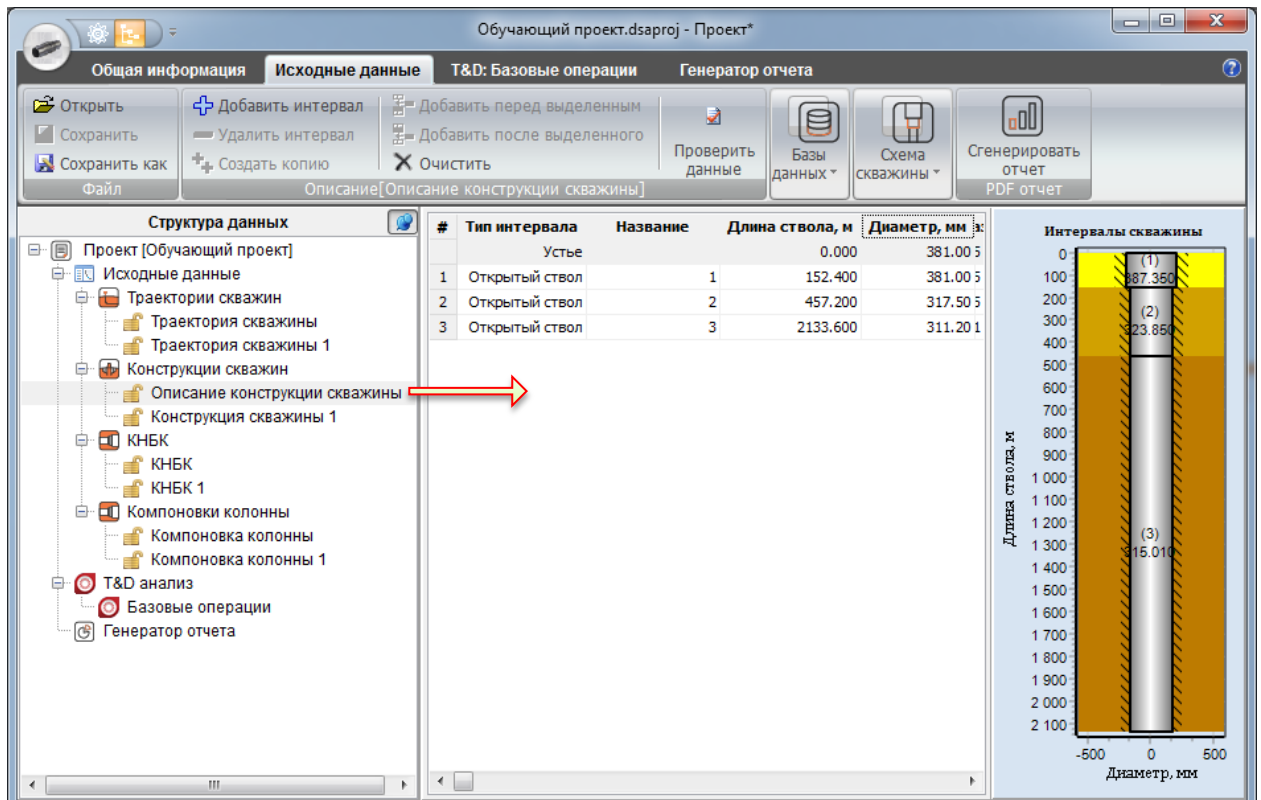
## Траектории скважин

Инструменты описания траектории скважины рассмотрены в Разделе 1.4.4.



## Конструкции скважин

Инструменты описания конструкции скважины рассмотрены в Разделе 1.4.5.





## Описание компоновок низа бурильной колонны (КНБК)

Инструменты описания компоновки колонны рассмотрены в Разделе 1.4.6.

Обучающий проект-1.dsaproj - Проект

Общая информация | Исходные данные | T&D: Базовые операции | Генератор отчета

Открыть | Добавить деталь | Добавить секцию | Переместить выше | Базы данных | Инструменты | Сгенерировать отчет PDF отчет

Сохранить | Удалить деталь | Удалить секцию | Переместить ниже | Проверить

Сохранить как | Создать копию детали | Создать копию секции

Описание[Вращательная КНБК]

Структура данных

Проект [Обучающий проект-1]

- Исходные данные
  - Траектории скважин
    - Траектория скважины
    - Траектория скважины 1
  - Конструкции скважин
    - Описание конструкции скваж
    - Конструкция скважины 1
  - КНБК
    - Вращательная КНБК** (highlighted with red arrow)
    - КНБК 1
  - Компоновки верха колонны
    - Компоновка колонны
    - Компоновка колонны 1
- T&D анализ
  - Базовые операции
  - Генератор отчета

Забой

Деталь/Се...	Кол-во	Нар.диам....	Внутр.диа...	Длина, м	Пог. Масс...	Длина БК...	Ма
12 1/4" PD...	1	311.15	25.4	0.458	478.23	0.458	
12 1/4 Sta...	1	209.55	76.2	0.914	234.93	1.372	
Collar	1	209.55	76.2	1.524	234.93	2.896	
MFR tool	1	209.55	132.84	8.534	161.93	11.43	
12 3/16" S...	1	209.55	78.74	1.829	232.5	13.259	
MWD tool	1	209.55	131.32	6.706	164.41	19.965	
Crossover	1	209.55	76.2	0.61	234.93	20.575	
12 1/4 Roll...	1	311.15	71.12	3.049	435.2	23.624	
Collar	1	203.2	71.12	9.143	144.62	32.767	
Float Sub	1	203.2	76.2	0.61	218.77	33.377	
XO Sub 3.0	1	203.2	76.2	0.61	218.77	33.987	
6 5/8" HW...	4	209.55	114.3	36.58	108.01	70.567	
8" Jars	1	203.2	76.2	9.144	203.26	79.711	
6 5/8" HW...	5	209.55	114.3	45.725	108.01	125.44	
8" Accelera...	1	203.2	76.2	9.144	203.26	134.58	
6 5/8" HW...	2	209.55	114.3	18.29	108.01	152.87	

Устье

Продольное сечение БК

Дiameter, mm

Расстояние от долота, м

## Описание компоновок верхней части колонны

Инструменты описания компоновки колонны рассмотрены в Разделе 1.4.6.

Обучающий проект-1.dsaproj - Проект\*

Общая информация | Исходные данные | T&D: Базовые операции | Генератор отчета

Открыть | Добавить деталь | Добавить секцию | Переместить выше | Базы данных | Инструменты | Сгенерировать отчет PDF отчет

Сохранить | Удалить деталь | Удалить секцию | Переместить ниже | Проверить

Сохранить как | Создать копию детали | Создать копию секции

Описание[Верх БК]

Структура данных

Проект [Обучающий проект-1]

- Исходные данные
  - Траектории скважин
    - Траектория скважины
    - Траектория скважины 1
  - Конструкции скважин
    - Описание конструкции скваж
    - Конструкция скважины 1
  - КНБК
    - Вращательная КНБК
    - КНБК 1
  - Компоновки верха колонны
    - Верх БК** (highlighted with red arrow)
    - Компоновка колонны 1
- T&D анализ
  - Базовые операции
  - Генератор отчета

Забой

Деталь/Се...	Кол-во	Нар.диам....	Внутр.диа...	Длина, м	Пог. Масс...	Длина БК...	Макс
5" Drill Pipe	100	177.8	101.6	944.88	41.958	944.88	

Устье

Продольное сечение

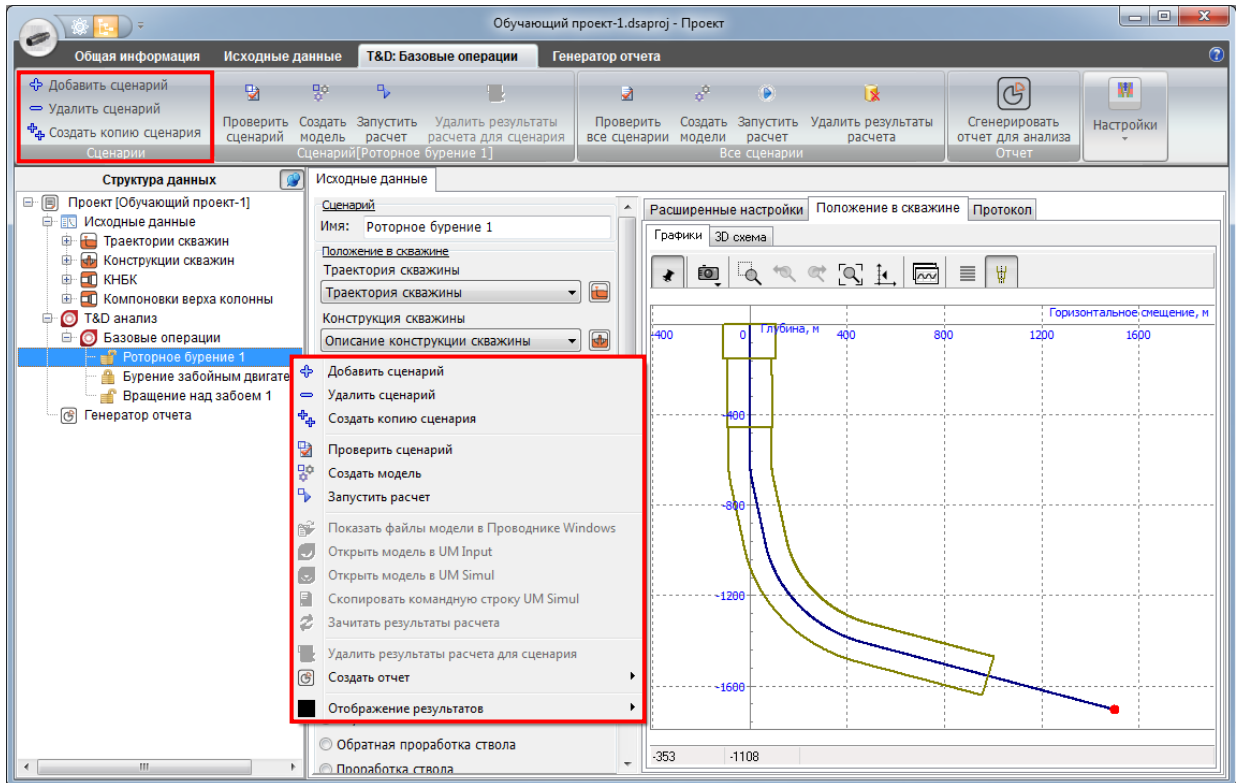
1














### 1.5.4.4. Интерфейс анализа

Проект может включать произвольное количество *сценариев* – наборов исходных данных, условий эксплуатации, настроек решателя и рассчитанных результатов – для всех типов анализа. Список сценариев отображается в виде узлов ветви соответствующего типа анализа в дереве *Структура данных*.



Интерфейс приложения позволяет задать исходные данные и настройки расчета, проверить корректность введенных данных, запустить расчет и вывести результаты как для одного, так и для нескольких сценариев

Для выбранного узла анализа или сценария доступны следующие опции всплывающего и главного меню:

-  - создать новый сценарий;
-  - удалить выбранный сценарий;
-  - создать копию выбранного сценария;
-  - проверить описание сценария/сценариев;
-  - создать файлы модели<sup>1</sup>;
-  - запустить расчет;
-  - удалить рассчитанные результаты;
-  - создать PDF отчет для сценария/анализа (см. Раздел 1.5.4.1);
-  - выбрать цвет графика для сценария.

<sup>1</sup> Файлы модели создаются в каталоге сценария для некоторых из типов анализа.



При выборе узла сценария в дереве *Структура данных* настройки сценария отображаются на правой панели:

### ✓ Исходные данные

Закладка **Исходные данные** предназначена для описания основных и дополнительных параметров сценария, визуализации положения колонны в скважине, а также для запуска и контроля выполнения расчета.


### Основные параметры

Набор основных параметров сценария описывается на центральной панели: элементы ранее описанных *Исходных данных* (траектория и конструкция скважины, компоновки нижней и верхней частей колонны), положение долота, буровой раствор, операционные параметры и настройки решателя.

The screenshot displays the software interface. On the left, the 'Исходные данные' (Initial Data) panel is highlighted with a red border. It contains several sections: 'Сценарий' (Scenario) with 'Имя: Роторное бурение 2'; 'Положение в скважине' (Position in well) with 'Траектория скважины' and 'Конструкция скважины'; 'Исходные данные' (Initial Data) with 'КНБК', 'Вращательная КНБК', 'Бурильная колонна', 'Верх БК', 'Буровой раствор', and 'Drilling Fluid'; 'Операция' (Operation) with radio buttons for 'Роторное бурение', 'Бурение забойным двигателем', 'Вращение над забоем', and 'Подъем колонны'; and 'Параметры' (Parameters) table.

Параметр	Значение
Нагрузка на долото, кН	0
Момент на долоте, кН*м	0

The right side of the interface shows a 3D visualization of the well trajectory. The main graph plots 'Глубина, м' (Depth, m) on the y-axis (from 0 to -1600) and 'Горизонтальное смещение, м' (Horizontal displacement, m) on the x-axis (from 0 to 1200). A red line shows the well trajectory, which curves from the surface towards the right. To the right of the main graph is a vertical diagram titled 'Позиция БК в скважине' (Position of the bit string in the well), showing a vertical column with various components and their positions relative to a depth scale from 0 to 2700 meters.

**Внимание:** Редактирование параметров рассчитанного сценария заблокировано (иконка  на узле дерева). Для редактирования необходимо **Удалить результаты расчета для сценария** через главное или контекстное меню.

### Отображение положения компоновки в скважине

На закладке **Положение в скважине** отображается расположение колонны на графике зависимости горизонтального смещения от глубины, на 3D схеме траектории скважины и схеме конструкции скважины (опционально).



## Запуск и контроль выполнения расчета

Закладка **Протокол** служит для вывода сообщений об обнаруженных в описании ошибках, запуске и контроле выполнения расчетов.

The screenshot displays the software interface with the following elements:

- Left Sidebar (Исходные данные):** Contains settings for the scenario (Имя: Роторное бурение 7), well trajectory (Траектория скважины), well construction (Конструкция скважины), bit position (Положение долота, м: 2 680.64), and operation type (Операция: Роторное бурение).
- Main Window (Расширенные настройки):**
  - Протокол (Protocol):** Shows a log of events:
    - 12.08.2020 - 0:17:00: Расчет запущен (Calculation started).
    - 12.08.2020 - 0:17:00: Расчет выполнен (Calculation completed).
    - 12.08.2020 - 0:17:00: Расчет завершен (Calculation finished).
  - Расчет (Calculation):** Displays progress scales for individual scenarios.
- Bottom Panel:** Contains control buttons:
  - Запустить расчет (Start calculation)
  - Остановить расчет (Stop calculation)
  - Кол-во процессоров: 8 (Number of processors: 8)
  - Потоков доступно (Streams available)

Annotations in the image:

- A green box highlights the text "Протокол выполнения расчета" (Calculation execution protocol).
- A blue box highlights the text "Шкалы прогресс выполнения расчетов для отдельных сценариев" (Progress scales for calculation of individual scenarios).
- A green box highlights the text "Запуск / прерывание процедуры расчета + Выбор кол-ва параллельных потоков вычислений" (Start / stop calculation procedure + Selection of the number of parallel calculation streams).
- A blue box highlights the text "Шкала общего прогресса выполнения расчетов для созданных сценариев" (Overall progress scale for calculation of created scenarios).

Нажмите **Запустить расчет** для начала анализа описанных сценариев.

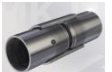
Расчет отдельных сценариев выполняется в параллельных потоках; пользователь может выбрать максимальное число параллельных потоков используемых при анализе с помощью поля **Кол-во процессоров** как до запуска, так и ввремя расчета.

Для каждого из выполняемых сценариев на правую панель (**Расчет**) добавляется шкала прогресса выполнения.

Пользователь может **Остановить расчет** при необходимости.

### ✓ Результаты

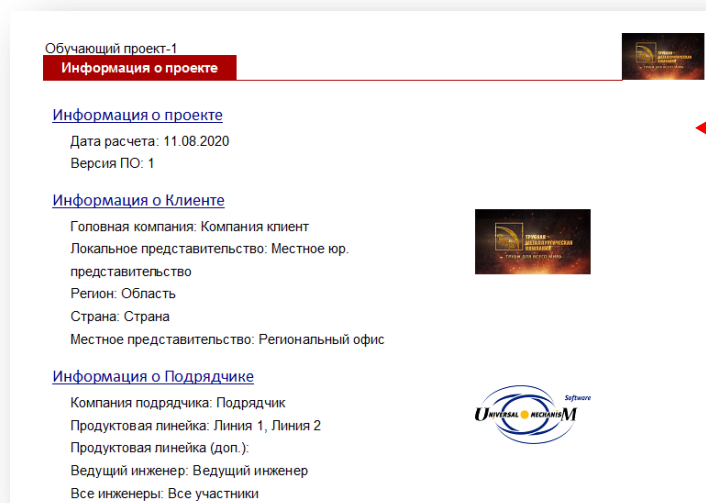
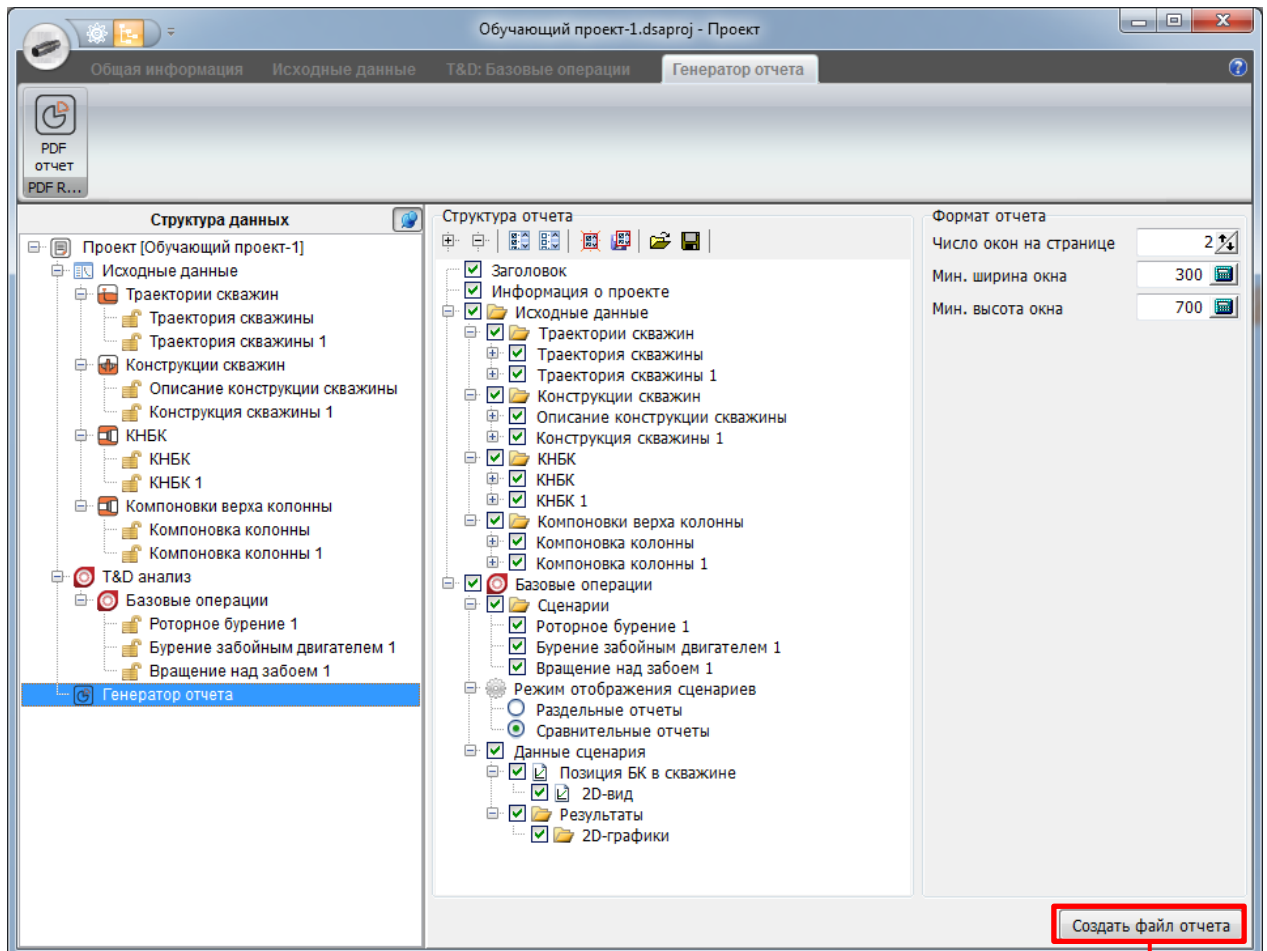
Закладка **Результаты** включает набор инструментов для отображения результатов расчета для отдельного сценария и набора выбранных сценариев.

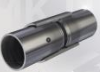



### 1.5.4.1. Создание отчетов

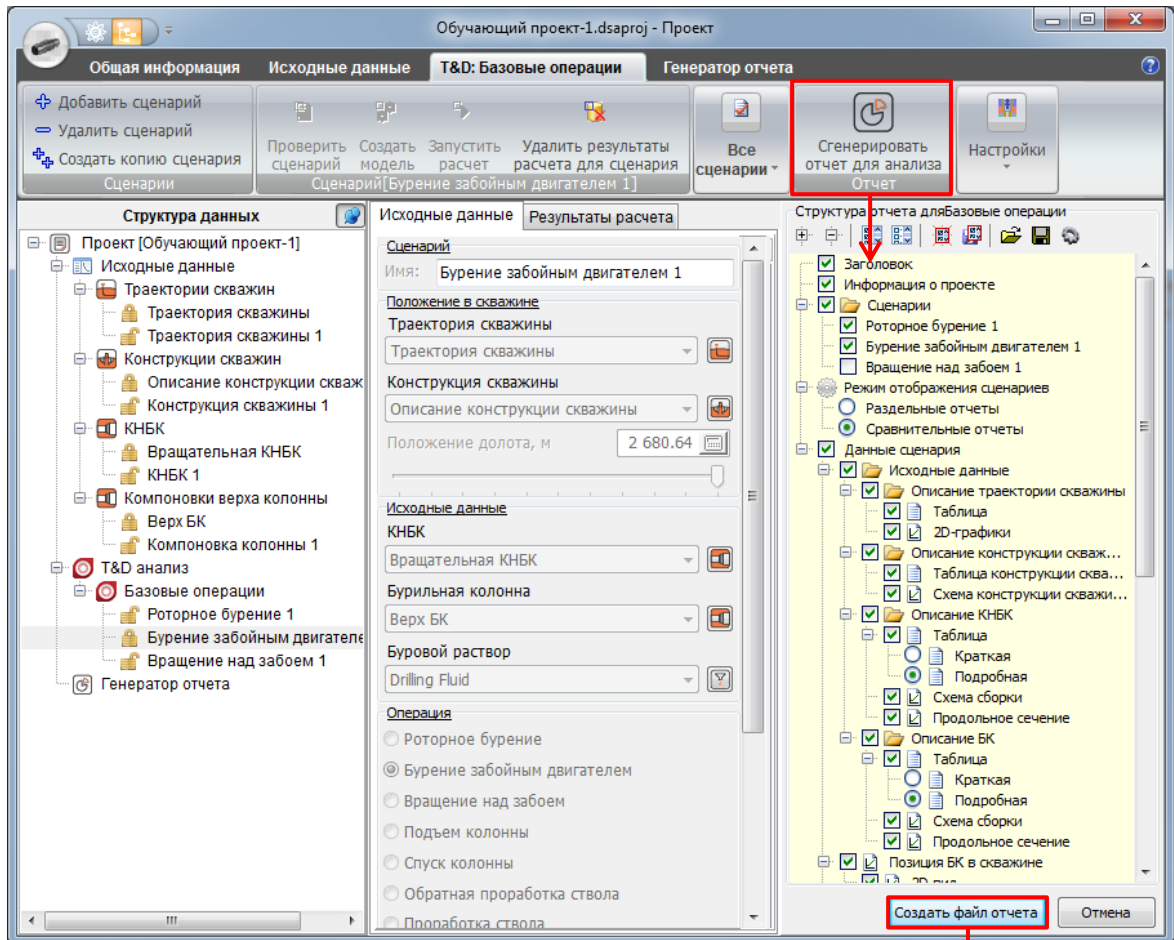
Исходные данные и результаты расчетов для отдельного сценария, набора сценариев или проекта в целом могут быть представлены в виде отчета в формате PDF.

Для настройки содержания отчета по проекту используется закладка **Генератор отчета** главного меню окна проекта.





Для настройки отчета по элементам исходных данных, сценариям или отдельному типу анализа применяется всплывающая панель **Структура отчета**, отображаемая при нажатии кнопки **Создать отчет**  главного меню.



Sample project

**Параметры сценария**

Параметры сценария		
Название	Роторное бурение 1	Бурение забойным двигателем 1
<b>Описание скважины</b>		
Траектория скважины:	Well Trajectory 1	Well Trajectory 1
Конструкция скважины:	Wellbore construction 1	Wellbore construction 1
Положение долота:	1748.03 м	1748.03 м
<b>Исходные данные</b>		
КНБК:	ВНА 1	ВНА 1
Бурильная колонна:	Drillstring Case 1	Drillstring Case 1
<b>Параметры</b>		
Нагрузка на долото, кН	25	25
Момент на долоте, кН*м	1	-
Скорость проходки, м/час	5	5
Скорость спуска/подъема, м/мин	-	-
Скорость вращения, об/мин	60	-
Вес блока, кН	-	-
Вес прихв. части, кН	-	-
Цвет:		

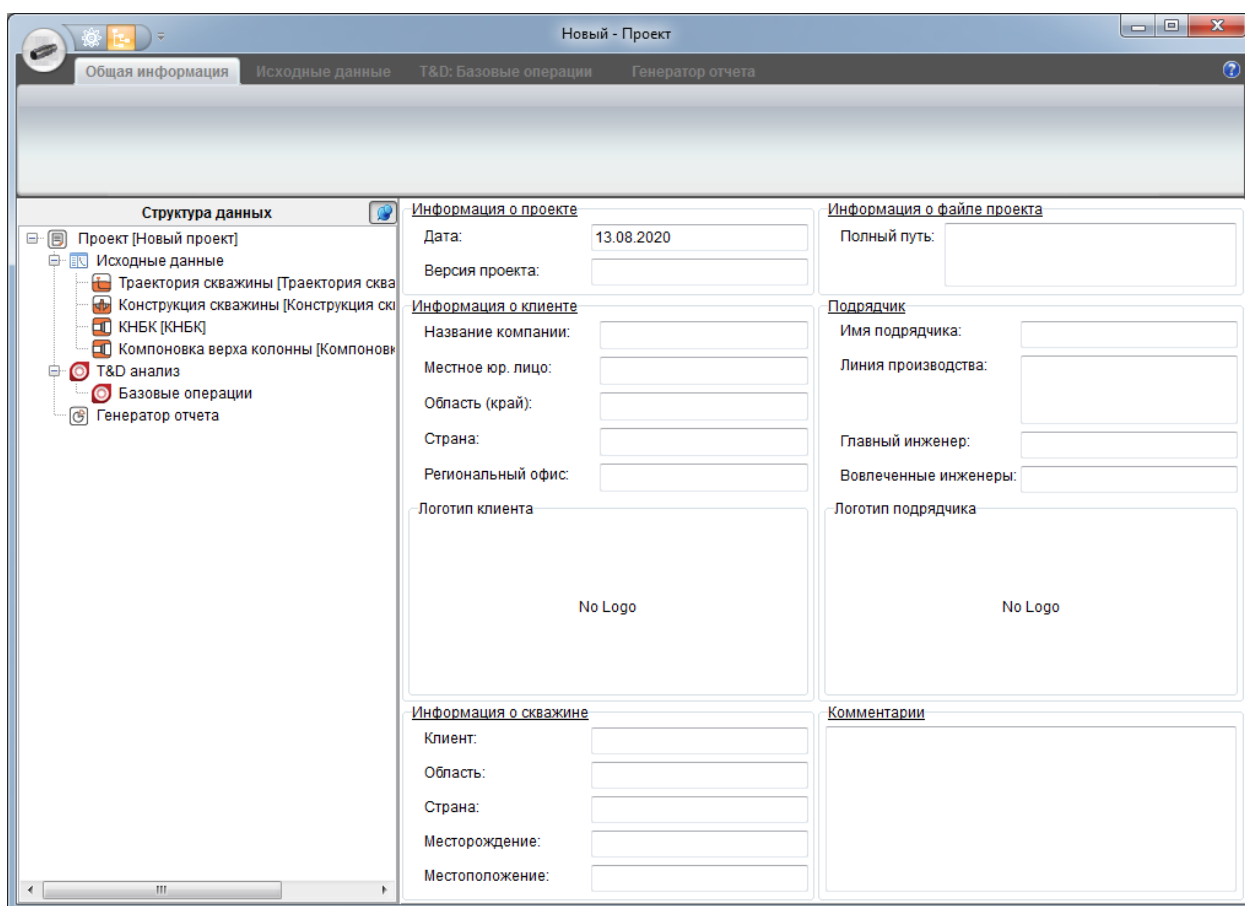
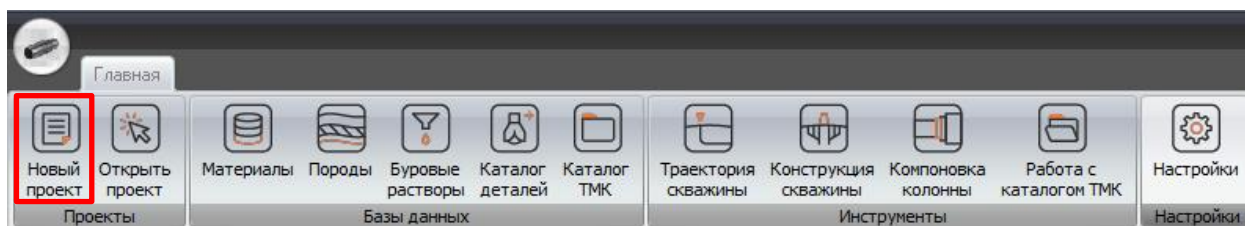
ExpertProDrilling - Экспертная система Стр. 2  
Copyright ©2020 ExpertProDrilling - Экспертная система.



## 2. Обучающий проект

Данный раздел руководства содержит пошаговые инструкции по созданию обучающего проекта, вводу исходных данных, описанию сценариев для Torque&Drag анализа, запуску, контролю выполнения и анализа результатов расчета.

**Шаг 1.1.** Создайте **Новый проект** с помощью кнопок главного меню; окно проекта откроется в главном окне приложения.

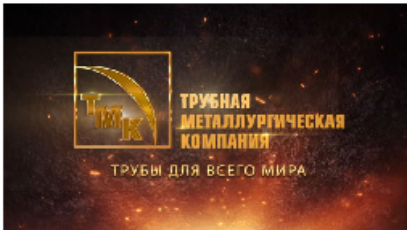





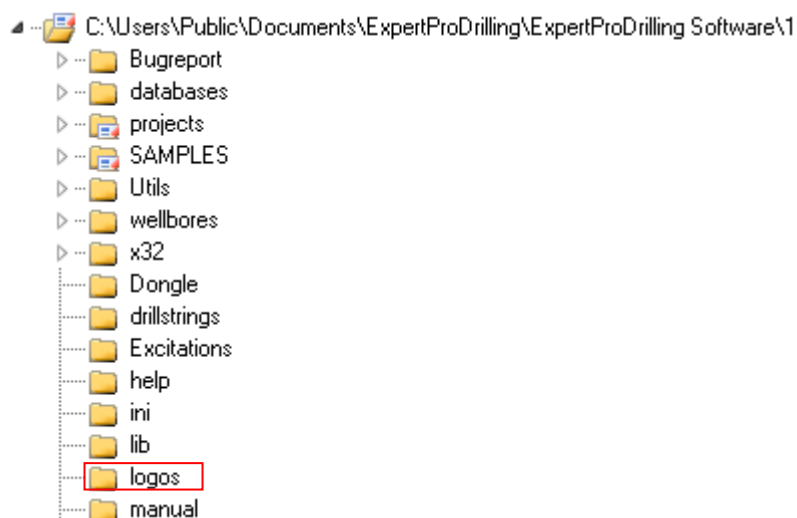


## 2.1. Ввод общей информации

**Шаг 2.1.** Используйте закладку **Общая информация** для ввода общей информации о проекте – версии проекта, информации о клиенте и подрядчике, описании скважины и комментариям к проекту.

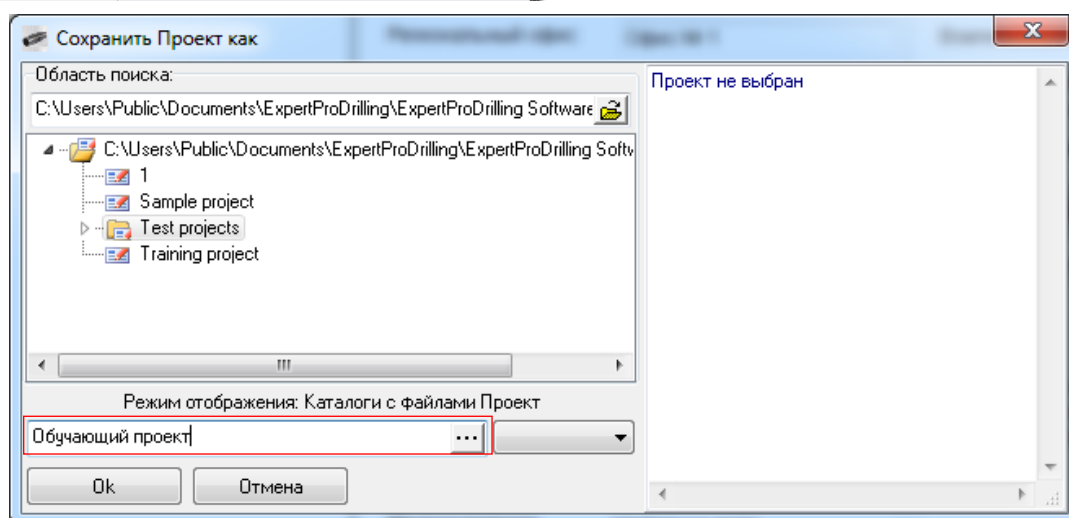
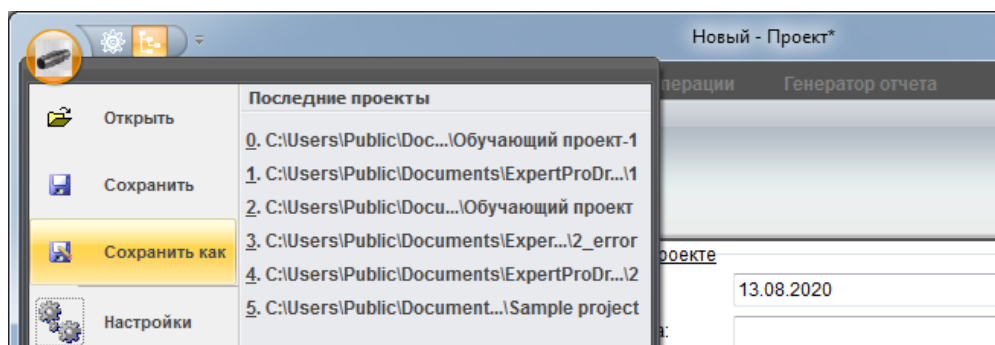
<b>Информация о проекте</b> Дата: 13.08.2020 Версия проекта:		<b>Информация о файле проекта</b> Полный путь:	
<b>Информация о клиенте</b> Название компании: Компания-Клиент Местное юр. лицо: Локальное представительство Область (край): Нефтегазовый край Страна: Страна Региональный офис: Офис № 1		<b>Подрядчик</b> Имя подрядчика: Подрядчик бурения Линия производства: Линия проектирования, Линия Главный инженер: Ведущий инженер Вовлеченные инженеры: Все инженеры	
<b>Логотип клиента</b> 		<b>Логотип подрядчика</b> 	
<b>Информация о скважине</b> Клиент: Компания-Клиент Область: Нефтегазовый край Страна: Страна Месторождение: Нефтяное поле Местоположение: Куст № 15		<b>Комментарии</b> Обучающий проект - демонстрация Torque&Drag анализа бурильной колонны в программе ExpertProDrilling	

При необходимости добавьте логотипы компаний Заказчика и Подрядчика. Дважды щелкните на полях **Логотип Клиента** и **Логотип Подрядчика** для загрузки логотипов из графических файлов.

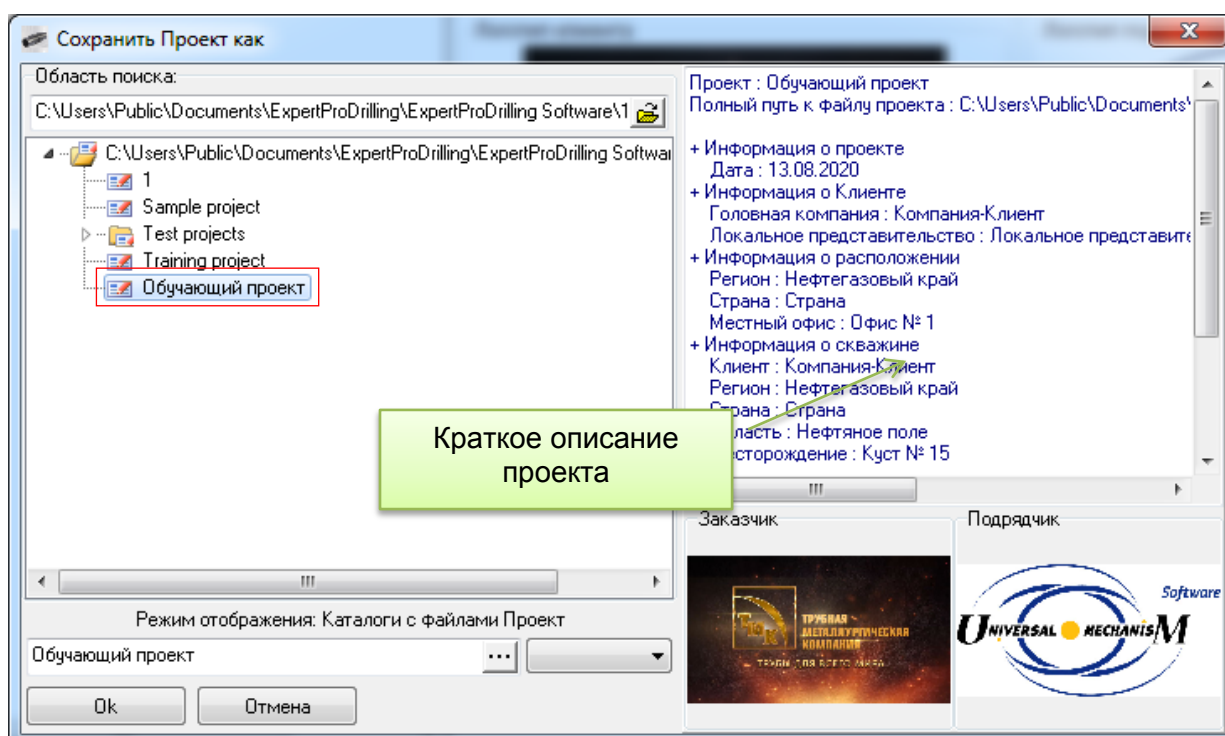




**Шаг 2.2.** Сохраните измененный проект под именем **Обучающий проект**.  
Имя проекта отобразится в заголовке *Окна проекта*.



**Шаг 2.3.** Нажмите кнопку **Сохранить как** еще раз и выберите проект из списка. На правой панели отобразится краткое описание проекта. Закройте диалоговое окно - кнопка **Отмена**.





## 2.2. Описание исходных данных


В этом разделе рассматривается добавление в проект исходных данных, которые в дальнейшем будут использованы для Torque&Drag анализа.

### 2.2.1. Траектория скважины


**Шаг 3.1.** В дереве *Структура данных* выберите узел **Исходные данные | Траектория скважины**.

На правой панели отобразится интерфейс редактора траектории скважины, подробно описанный в Разделе 1.4.4.

#	Длина ствола, м	Зенит, град	Азимут, град	Глубина, м
1	0.000	0.00	0.00	0.000
2	144.300	0.00	0.00	144.300
3	170.000	0.53	145.54	170.000
4	191.000	0.62	12.30	190.999
5	215.500	0.53	28.82	215.498
6	242.000	0.53	42.44	241.997
7	271.000	0.26	45.16	270.996
8	303.000	0.09	145.53	302.996
9	332.000	0.09	46.48	331.996
10	360.000	0.09	42.70	359.996
11	389.000	0.09	292.49	388.996
12	418.000	0.09	8.69	417.996
13	447.000	0.18	266.38	446.996
14	474.000	0.18	272.01	473.996
15	503.000	0.35	143.51	502.996
16	560.000	0.18	168.56	559.995
17	588.000	0.45	130.54	587.994
18	600.000	1.40	185.94	599.993
19	630.000	4.35	198.25	629.952
20	660.000	7.34	200.58	659.793
21	690.000	10.34	201.56	689.433
22	699.130	11.25	201.76	699.401

**Шаг 3.2.** Нажмите кнопку **Открыть**  главного меню и загрузите описание скважины из файла *<Рабочий каталог>\wellpaths\Пример описания траектории.wlp*. Загруженная информация отобразится в таблице и на графиках справа.

**Внимание.** Если Вы уже ввели какие-либо данные в описание, будет сформирован запрос на их удаление или сохранение перед загрузкой описания из файла.

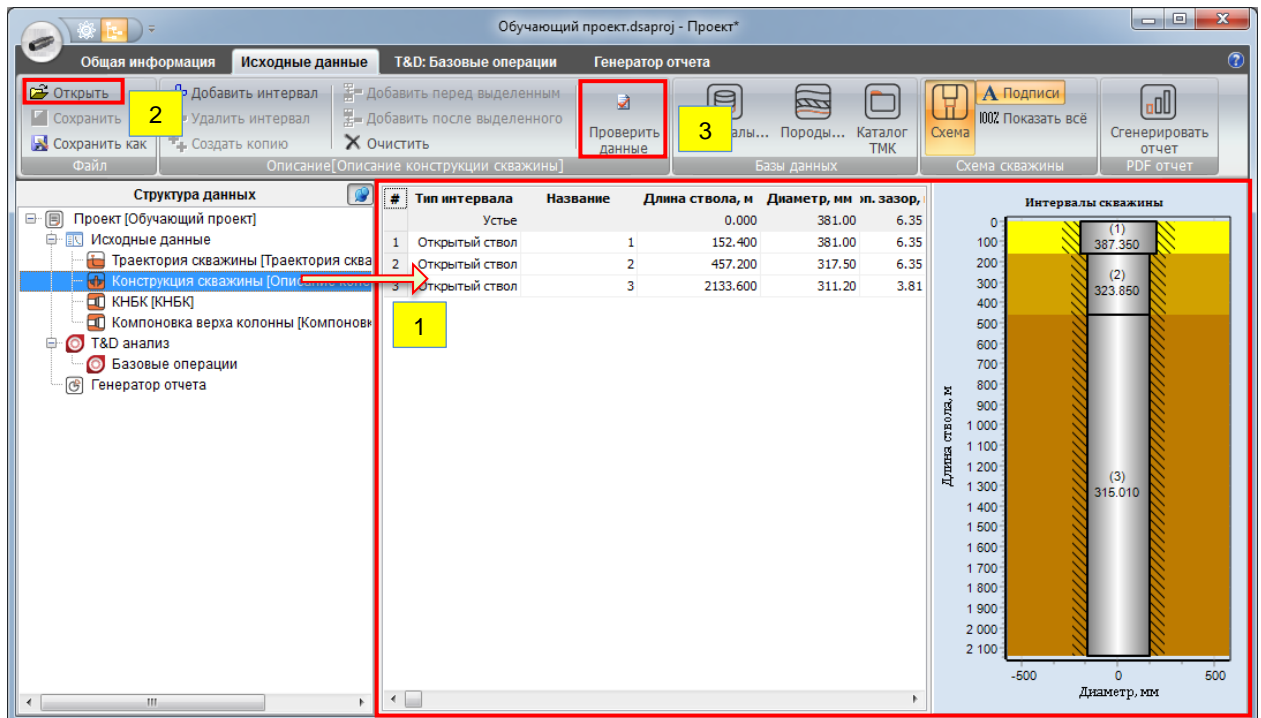
**Шаг 3.3.** Нажмите кнопку **Проверить**  главного меню. При корректном описании появится сообщение «Описание не содержит критических или потенциальных ошибок».




## 2.2.2. Конструкция скважины


**Шаг 3.4.** В дереве *Структура данных* выберите узел **Исходные данные | Конструкция скважины**.

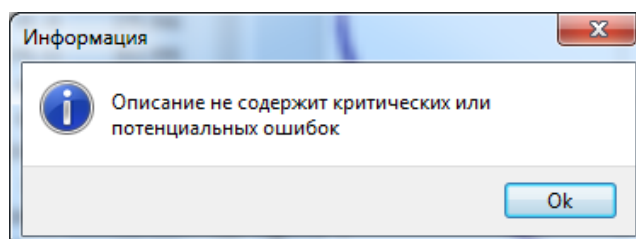
На правой панели отобразится интерфейс редактора конструкции скважины, подробно описанный в Разделе 1.4.5.



**Шаг 3.5.** Нажмите кнопку **Открыть**  головного меню и загрузите описание конструкции скважины из файла *<Рабочий каталог>\wellbores\Пример конструкции скважины.wlb*. Загруженная информация отобразится в таблице и на схеме справа.

**Внимание.** Если Вы уже ввели какие-либо данные в описание, будет сформирован запрос на их удаление или сохранение перед загрузкой описания из файла.


**Шаг 3.6.** Нажмите кнопку **Проверить**  головного меню. При корректном описании появится сообщение «Описание не содержит критических или потенциальных ошибок».





### 2.2.3. Компоновка низа колонны

**Шаг 3.7.** В дереве *Структура данных* выберите узел **Исходные данные | КНБК**.

**Шаг 3.8.** Нажмите кнопку **Открыть**  главного меню и загрузите описание компоновки низа колонны из файла <Рабочий каталог>\drillstrings\Пример вращательной КНБК.bha. Загруженная информация отобразится в таблице и на схеме справа.

На правой панели отобразится интерфейс редактора компоновки колонны, подробно описанный в Разделе 1.4.6.

Обучающий проект.dsaproj - Проект\*

Общая информация | Исходные данные | T&D: Базовые операции | Генератор отчета

Открыть | Добавить деталь | Добавить секцию | Переместить выше | База данных | Каталог | Инструменты | Сгенерировать отчет  
 Сохранить | Удалить деталь | Удалить секцию | Переместить ниже | База данных | ТМК | PDF отчет  
 Сохранить | Создать копию детали | Создать копию секции | Проверить | Базы данных

Структура данных

Проект [Обучающий проект]

- Исходные данные
  - Траектория скважины [Траектория сква...
  - Конструкция скважины [Описание конс...
  - КНБК [Вращательная КНБК]**
  - Компоновка верха колонны [Компонов...
- T&D анализ
- Базовые операции
- Генератор отчета

Деталь/Се...	Кол-во	Нар.диам...	Внутр.диа...	Длина, м	Пог. Масс...	Длина БК...	Макс.крут...
12 1/4" PD...	1	311.15	25.4	0.458	478.23	0.458	0
Cutting str...		311	25.4	0.051	592.34	0.051	
Body		311.15	71.12	0.28	565.71	0.331	
Shank		209.55	71.12	0.127	239.54	0.458	
12 1/4 Sta...	1	209.55	76.2	0.914	234.93	1.372	0
Bottom		209.55	76.2	0.152	234.93	0.61	
Blade		209.55	76.2	0.61	234.93	1.22	
Top		209.55	76.2	0.152	234.93	1.372	
Collar	1	209.55	76.2	1.524	234.93	2.896	0
		209.55	76.2	1.524	234.93	2.896	
MFR tool	1	209.55	132.84	8.534	161.93	11.43	0
		209.55	132.84	8.534	161.93	11.43	
12 3/16" S...	1	209.55	78.74	1.829	232.5	13.259	0
Bottom		209.55	78.74	0.305	232.5	11.735	
Blade		209.55	78.74	1.219	232.5	12.954	
Top		209.55	78.74	0.305	232.5	13.259	
MWD tool	1	209.55	131.32	6.706	164.41	19.965	0
		209.55	131.32	6.706	164.41	19.965	
Crossover	1	209.55	76.2	0.61	234.93	20.575	0
		209.55	76.2	0.61	234.93	20.575	
12 1/4 Roll...	1	311.15	71.12	3.049	435.2	23.624	0
		209.55	71.12	0.61	239.54	21.185	
		311.15	71.12	1.829	565.71	23.014	
		209.55	71.12	0.61	239.54	23.624	
Collar	1	203.2	71.12	9.143	144.62	32.767	0
		203.2	71.12	0.914	223.39	24.538	

Устье

Продольное сечение БК

Дисконтр. мм


Расстояние от долота, м

**Шаг 3.9.** Нажмите кнопку **Проверить**  главного меню для проверки корректности описания.

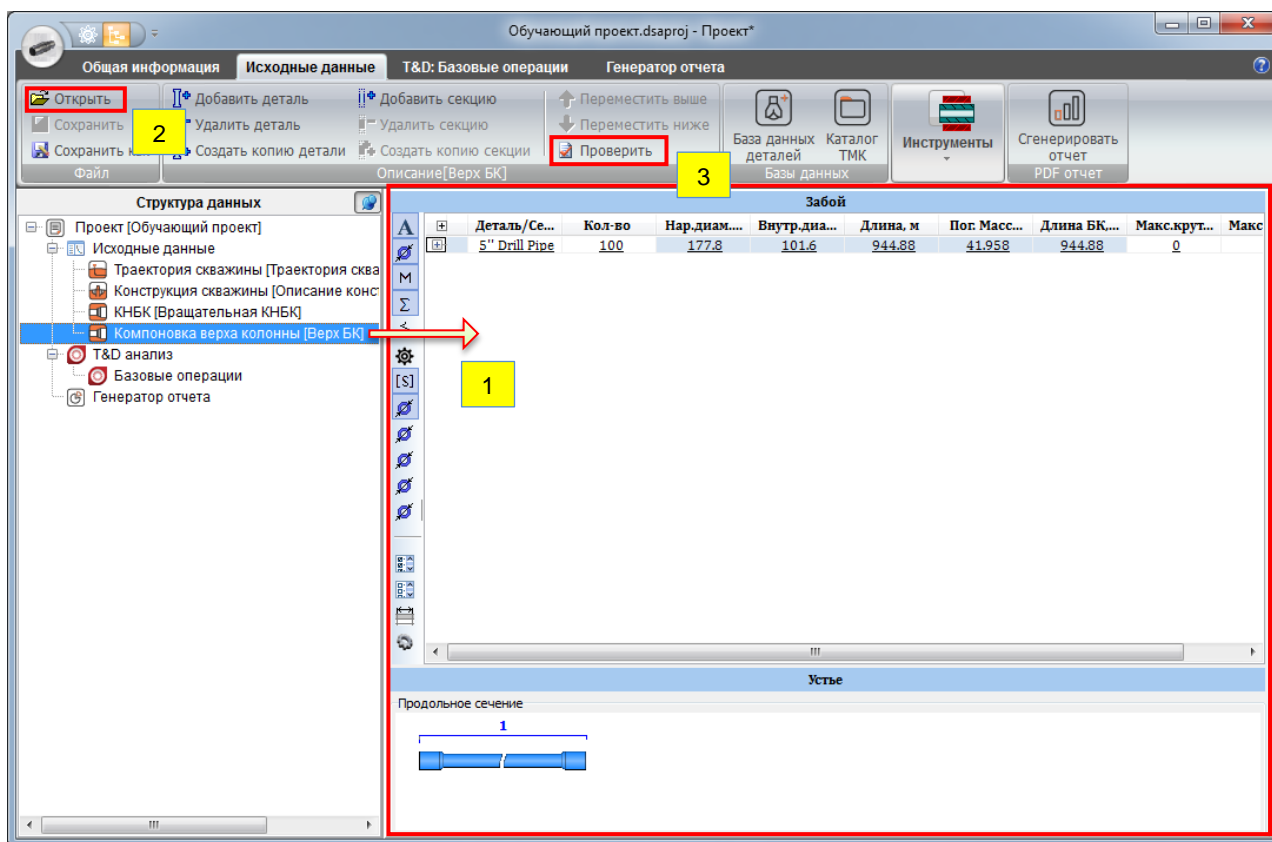



## 2.2.4. Компоновки верха колонны

**Шаг 3.10.** В дереве *Структура данных* выберите узел **Исходные данные | Компоновка верха колонны**.

**Шаг 3.11.** Нажмите кнопку **Открыть**  головного меню и загрузите описание компоновки низа колонны из файла *<Рабочий каталог>\drillstrings\Пример верхней компоновки БК.drs*. Загруженная информация отобразится в таблице и на схеме справа.

На правой панели отобразится интерфейс редактора компоновки колонны, подробно описанный в Разделе 1.4.6.



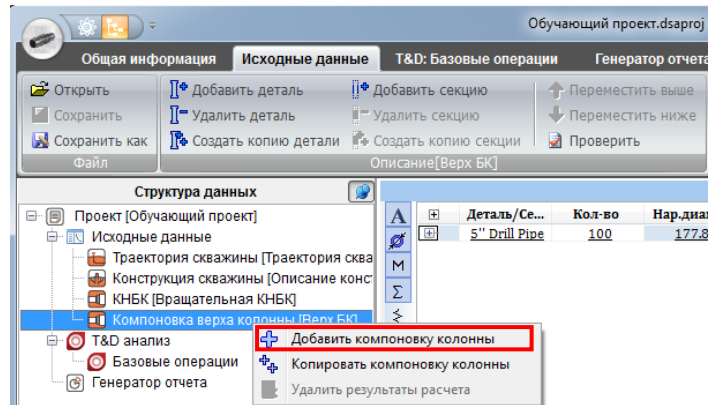
**Шаг 3.12.** Нажмите кнопку **Проверить**  головного меню для проверки корректности описания.





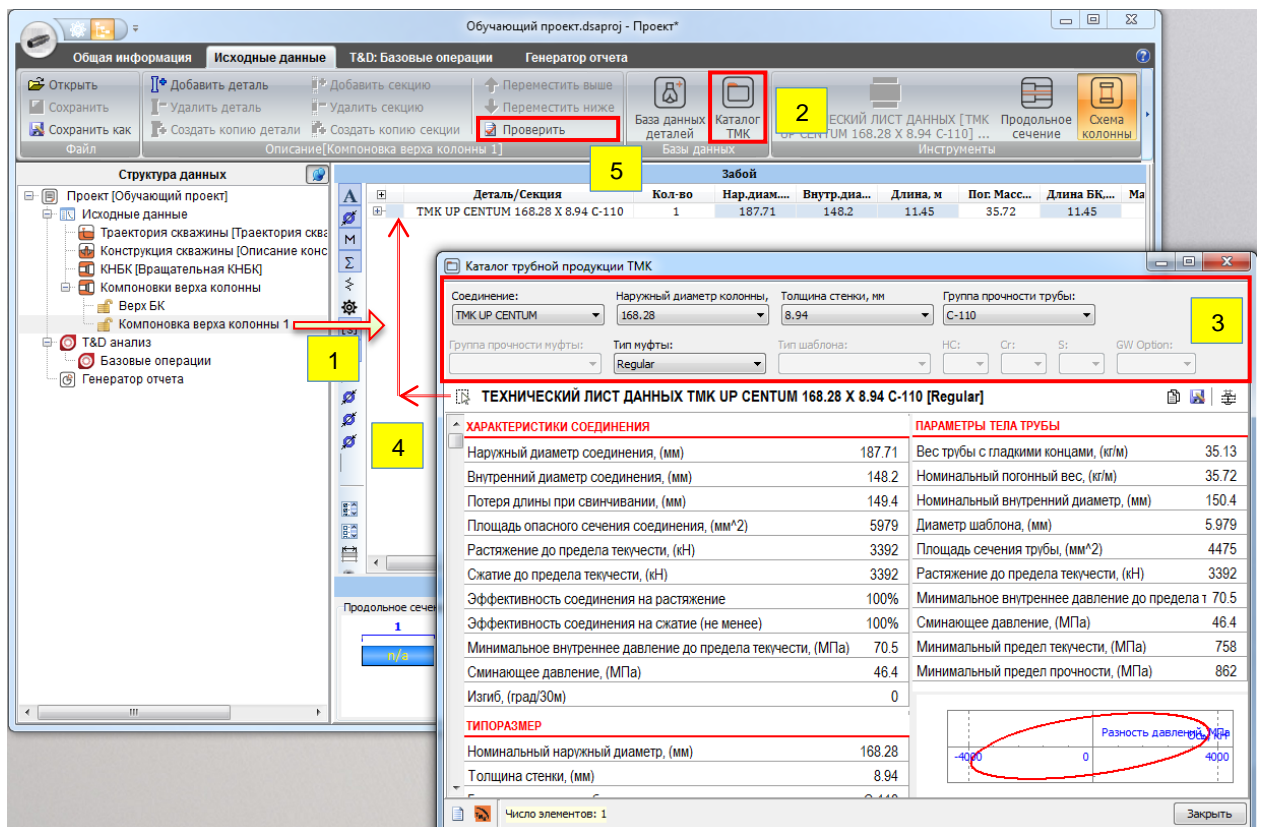
Добавим еще одну компоновку верха колонны, включающую трубы из каталога компании ТМК.


**Шаг 3.13.** Выделите узел *Компоновка верха колонны* в дереве *Структура данных*, и в контекстном меню выберите пункт **Добавить компоновку колонны**. Элемент *Компоновка верха колонны 1* появится в дереве.



**Шаг 3.14.** Выберите добавленный узел в дереве для описания компоновки.

**Шаг 3.15.** Откройте **Каталог ТМК** и добавьте ТМК UP CENTUM 168.28 X 8.94 C-110 к описанию компоновки.



**Шаг 3.16.** Нажмите кнопку **Проверить**  головного меню для проверки корректности описания.

**Шаг 3.17.** Описание *Исходных данных* завершено. Сохраните проект.



## 2.3. Torque & Drag Анализ

В этом разделе руководства приводится краткий обзор процедуры Torque & Drag анализа и пошаговый пример расчета для двух бурильных колонн со сравнением полученных результатов.

### Torque & Drag анализ

Приложение ExpertProDrilling включает набор инструментов для оценки осевых сил и момента сопротивления движению колонны в скважине для стандартного набора технологических операций.

- ✓ Для расчета используется «мягкая» модель – в рамках подхода принимается, что бурильная колонна располагается вдоль оси скважины (поперечные смещения элементов колонны в стволе не рассматриваются).
  - Для оценки состояния колонны применяется численное интегрирование уравнений положения упругой балки вдоль оси изогнутой скважины; по сути, процедуру можно представить последовательным решением уравнений равновесия для коротких секций от долота к поверхности.
  - Граничные условия – осевая сила и крутящий момент – задаются на долоте в соответствии с выбранной технологической операцией.
  - Контактные силы оцениваются на основании локальной кривизны скважины и жесткости элементов колонны; силы трения и момент сопротивления вращению рассчитываются по величине контактной силы, коэффициенту трения заданному для интервала скважины, и соотношению осевой скорости и скорости вращения колонны.
  - Осевая сила в верхней точке каждой малой секции оценивается из условий равновесия сил, действующих на секцию.
  - Увеличение сил сопротивления, возникающих при синусоидальной и спиральной форме потери устойчивости сжатой колонны в скважине, учитывается в рамках общепринятой методики.
  - В ходе расчета оцениваются силы и момент сопротивления, контактные силы, внутренние силовые факторы и напряженно-деформированное состояние элементов колонны, а также общее удлинение и закручивание колонны.
  - Опционально учитываются эффекты температурного удлинения колонны (карта температур).
  - Опционально учитывается влияние внутреннего/внешнего давления на напряженно-деформированное состояние труб (карта давлений).



Интерфейс приложения позволяет описать и рассчитать произвольное количество расчетных ситуаций – сценариев – в рамках единого проекта. Для описания Torque & Drag сценария необходимо задать следующие параметры:

- Положение в скважине: Траектория скважины, Конструкция скважины и Положение долота.
- Исходные данные: КНБК, компоновка верха колонны и буровой раствор.

**Внимание:** Если выбранная глубина расположения долота в скважине превышает суммарную длину компоновок нижней и верхней частей колонны, верхняя деталь колонны дублируется до достижения поверхности автоматически.

Если глубина долота оказывается меньше суммарной длины итоговой компоновки, компоновка автоматически «обрезается» до уровня поверхности.

- Операционные параметры: тип операции и соответствующие числовые параметры (Сила на долоте, Момент на долоте, Скорость проходки/обратной проходки, Скорость вращения БК, т.д.).
- Дополнительные настройки: Карта температур и Карта давлений.
- Расширенные настройки: настройки математической модели доступные для *Продвинутых пользователей* или *Разработчиков*.



### 2.3.1. Описание сценариев

**Шаг 4.1.** Выберите в дереве *Структура данных* узел **T&D Анализ | Базовые операции** для активации интерфейса анализа, и добавьте новый сценарий через контекстное меню, либо кнопку **Добавить сценарий** головного меню.

Сценарий *Роторное бурение 1* (имя сценария по умолчанию берется по типу операции, но может быть изменено пользователем) будет добавлен в список сценариев на ветке T&D Анализ | Базовые операции и выделен автоматически; описание сценария – закладка **Исходные данные** – отобразится на правой панели.

Обучающий проект.dsaproj - Проект\*

Общая информация | Исходные данные | **T&D: Базовые операции** | Генератор отчета

Добавить сценарий | Удалить сценарий | Создать копию сценария | Проверить сценарий | Создать модель сценария | Запустить расчет | Удалить результаты расчета для сценария | Все сценарии | Сгенерировать отчет для анализа | Настройки

Структура данных

- Проект [Обучающий проект]
  - Исходные данные
    - Траектория скважины [Траектория]
    - Конструкция скважины [Описание]
    - КНБК [Вращательная КНБК]
      - Верх БК
      - Компоновка верха колонны 1
    - T&D анализ
      - Базовые операции**
        - Роторное бурение 1**
      - Генератор отчета

Исходные данные

Сценарий  
Имя: Роторное бурение 1

Положение в скважине  
Траектория скважины  
Траектория скважины  
Конструкция скважины  
Описание конструкции скважины  
Положение долота, м 2680.64

Исходные данные  
КНБК  
Вращательная КНБК  
Бурильная колонна  
Верх БК  
Буровой раствор  
Drilling Fluid

Операция  
 Роторное бурение  
 Бурение забойным двигателем  
 Вращение над забоем  
 Подъем колонны  
 Спуск колонны  
 Обратная проработка ствола  
 Проработка ствола  
 Технологические операции

Параметры

Параметр	Значение
Нагрузка на долото, кН	0
Момент на долоте, кН*м	0
Скорость проходки, м/час	0
Скорость вращения, об/мин	0

Расширенные настройки | Положение в скважине | Протокол

Графики | 3D схема

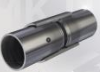
Глубина, м

Горизонтальное смещение, м

Позиция БК в скважине

Длина ствола, м


Диаметр, мм




Опишем основные параметры сценария, воспользовавшись элементами на центральной панели.

### Группа параметров «Положение в скважине»

**Шаг 4.2.** Выберите элемент *Траектория скважины* из списка траекторий, описанных в проекте.

**Внимание:** Для быстрого перехода к описанию выбранной траектории воспользуйтесь кнопкой  справа от выпадающего списка.

**Шаг 4.3.** Выберите элемент *Описание конструкции скважины* из списка описания конструкций, имеющих в проекте.

**Note:** Для быстрого перехода к описанию выбранной конструкции воспользуйтесь кнопкой  справа от выпадающего списка.

**Шаг 4.4.** Задайте глубину расположения долота (**Положение долота**) равной 2500 м.

The screenshot displays the software interface with the following sections:


- Исходные данные (Initial Data):**
  - Сценарий (Scenario): Роторное бурение 1
  - Положение в скважине (Well Position):
    - Траектория скважины (Well Trajectory): Selected
    - Конструкция скважины (Well Construction): Selected
    - Описание конструкции скважины (Well Construction Description): Selected
    - Положение долота, м (Bit Position, m): 2 500
- Расширенные настройки (Advanced Settings):**
  - КНБК (MWD): Вращательная КНБК
  - Бурильная колонна (Drill String): Верх БК
  - Буровой раствор (Drilling Fluid): Drilling Fluid
  - Операция (Operation):
    - Роторное бурение
    - Бурение забойным двигателем
    - Вращение над забоем
    - Подъем колонны
    - Спуск колонны
    - Обратная проработка ствола
    - Проработка ствола
    - Технологические операции
  - Параметры (Parameters):
 

Параметр	Значение
Нагрузка на долото, кН	0
Момент на долоте, кН*м	0
Скорость проходки, м/час	0
Скорость вращения, об/мин	0
- Графики (Charts):**
  - 3D схема (3D Scheme): Shows a 3D view of the well trajectory.
  - График (Graph): A 2D plot of Depth (m) vs. Horizontal Displacement (m). The depth axis ranges from 0 to 2700 m, and the horizontal displacement axis ranges from 0 to 1000 m. A red line shows the well trajectory, starting vertically and curving to the right.
- Позиция БК в скважине (MWD Position in Well):** A vertical diagram showing the position of the MWD tool joint (БК) at various depths (0 to 2700 m) and diameters (-500 to 500 mm).



### Группа параметров «Исходные данные»

**Шаг 4.5.** Выберите элемент *Вращательная КНБК* из списка компоновок нижней части колонны, описанных в проекте.

**Внимание:** Для быстрого перехода к описанию выбранной компоновки воспользуйтесь кнопкой  справа от выпадающего списка.

**Шаг 4.6.** Выберите элемент *Верх БК* из списка компоновок верха бурильной колонны, описанных в проекте.

**Шаг 4.7.** Выберите **Drilling fluid** из списка буровых растворов; список включает все растворы из БД жидкостей (см. Раздел 1.4.1.3).

### Группы параметров «Операция» и «Параметры»

**Шаг 4.8.** Выберите *Роторное бурение* и назначьте следующие значения параметров: **Нагрузка на долото - 10 кН; Момент на долоте - 1 кН\*м; Скорость вращения – 60 об/мин; Скорость проходки - 15 м/ч.**

Исходные данные

Сценарий  
Имя: Роторное бурение 1

Положение в скважине  
Траектория скважины  
Траектория скважины

Конструкция скважины  
Описание конструкции скважины

Положение долота, м 2 500

**Исходные данные**

КНБК  
Вращательная КНБК

Бурильная колонна  
Верх БК

Буровой раствор  
Drilling Fluid

Операция  
 Роторное бурение  
 Бурение забойным двигателем  
 Вращение над забоем  
 Подъем колонны  
 Спуск колонны  
 Обратная проработка ствола  
 Проработка ствола  
 Технологические операции

Параметры

Параметр	Значение
Нагрузка на долото, кН	15
Момент на долоте, кН*м	1
Скорость проходки, м/час	15
Скорость вращения, об/мин	60

Расширенные настройки Положение в скважине Протокол

Графики 3D схема

Глубина, м

Горизонтальное смещение, м

Позиция БК в скважине


Длина ствола, м

Диаметр, мм

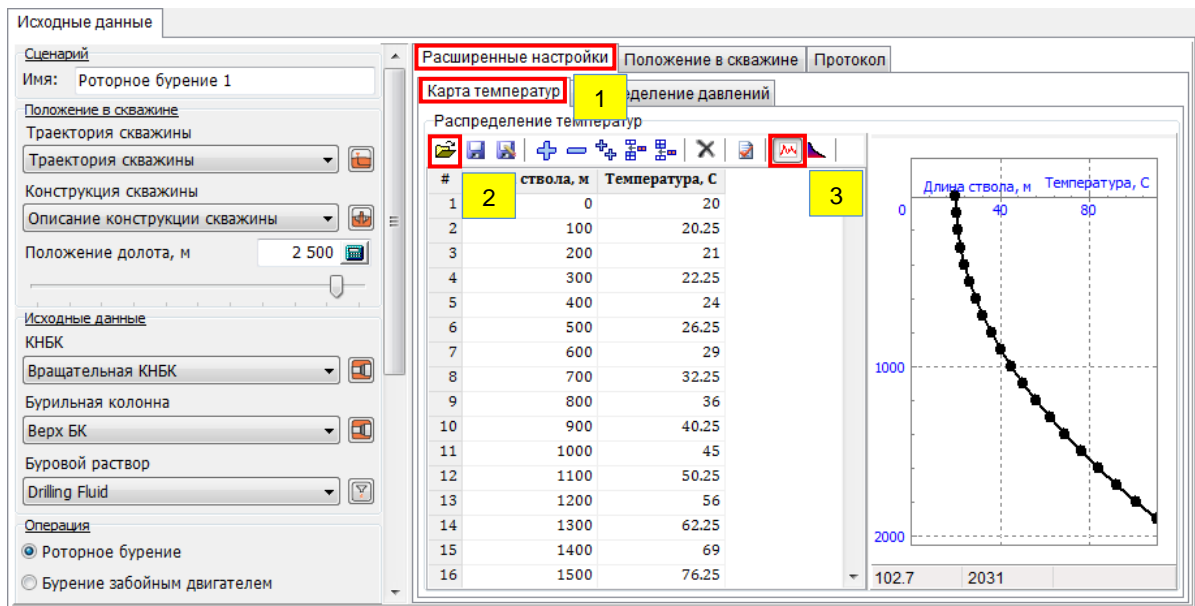





**Шаг 4.9.** Перейдите на закладку **Расширенные настройки | Карта температур** для описания распределения температуры вдоль оси скважины.

Нажмите кнопку **Открыть**  редактора температур и загрузите описание из файла <Рабочий каталог>\temperatures\Пример карты температур.tmf.

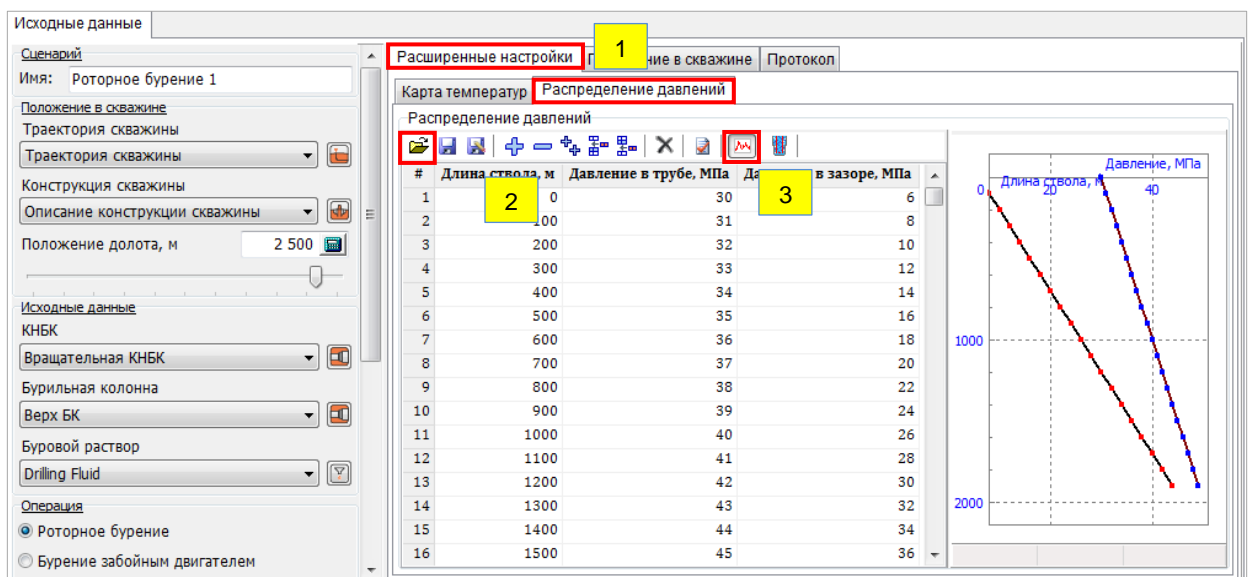
Нажмите кнопку  для отображения распределения на графике.



**Шаг 4.10.** Перейдите на закладку **Расширенные настройки | Карта давлений** для описания распределения давлений вдоль оси колонны.

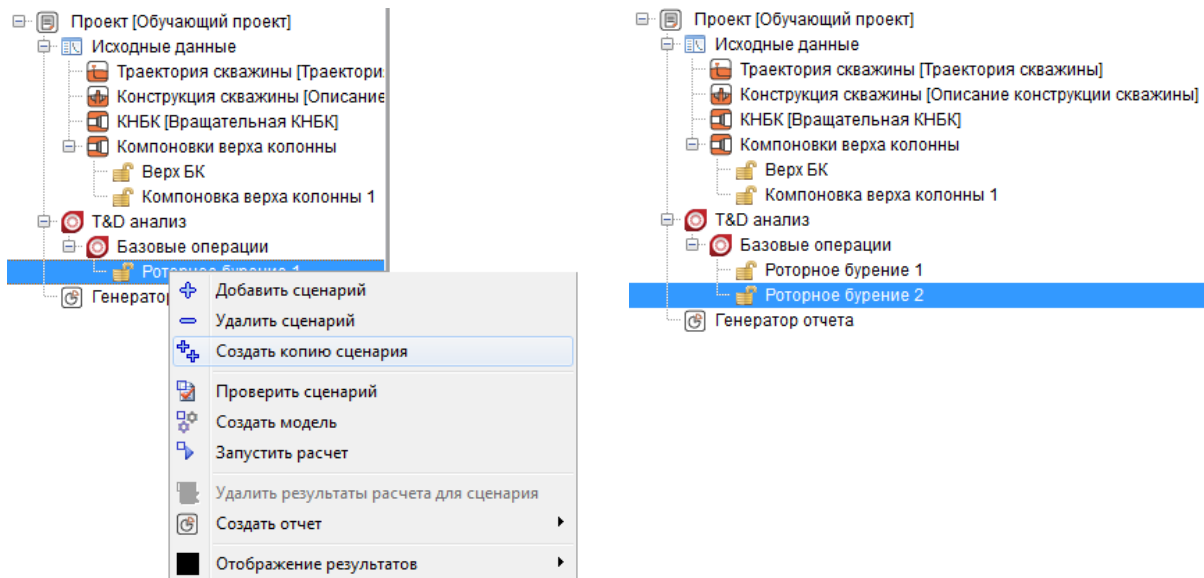
Нажмите кнопку **Открыть**  редактора температур и загрузите описание из файла <Рабочий каталог>\pressures\Пример карты давлений.tmf.

Нажмите кнопку  для отображения распределения на графике.



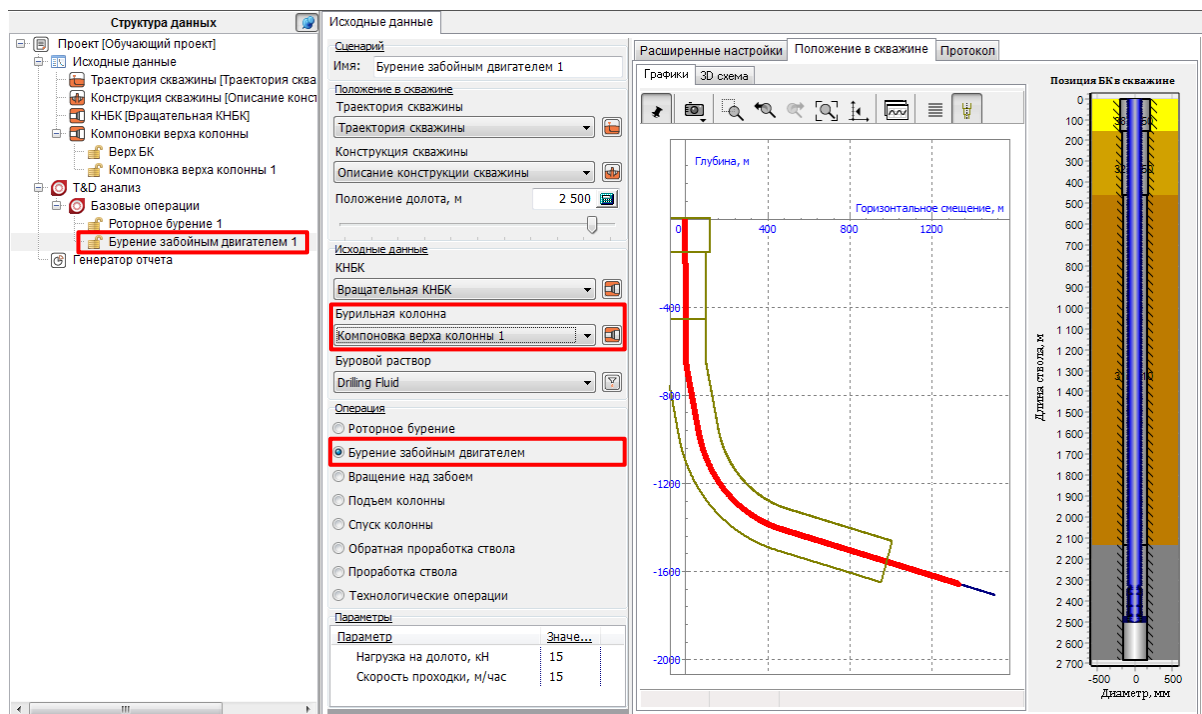


**Шаг 4.11.** Выберите сценарий *Роторное бурение 1* и в контекстном меню нажмите **Создать копию сценария**.



**Шаг 4.12.** Выберите добавленный сценарий *Роторное бурение 2* и поменяйте тип операции на **Бурение забойным двигателем**. Имя сценария автоматически изменится на *Бурение забойным двигателем 1*.

**Шаг 4.13.** Выберите элемент *Компоновка верха колонны 1* из списка для описания компоновки колонны.

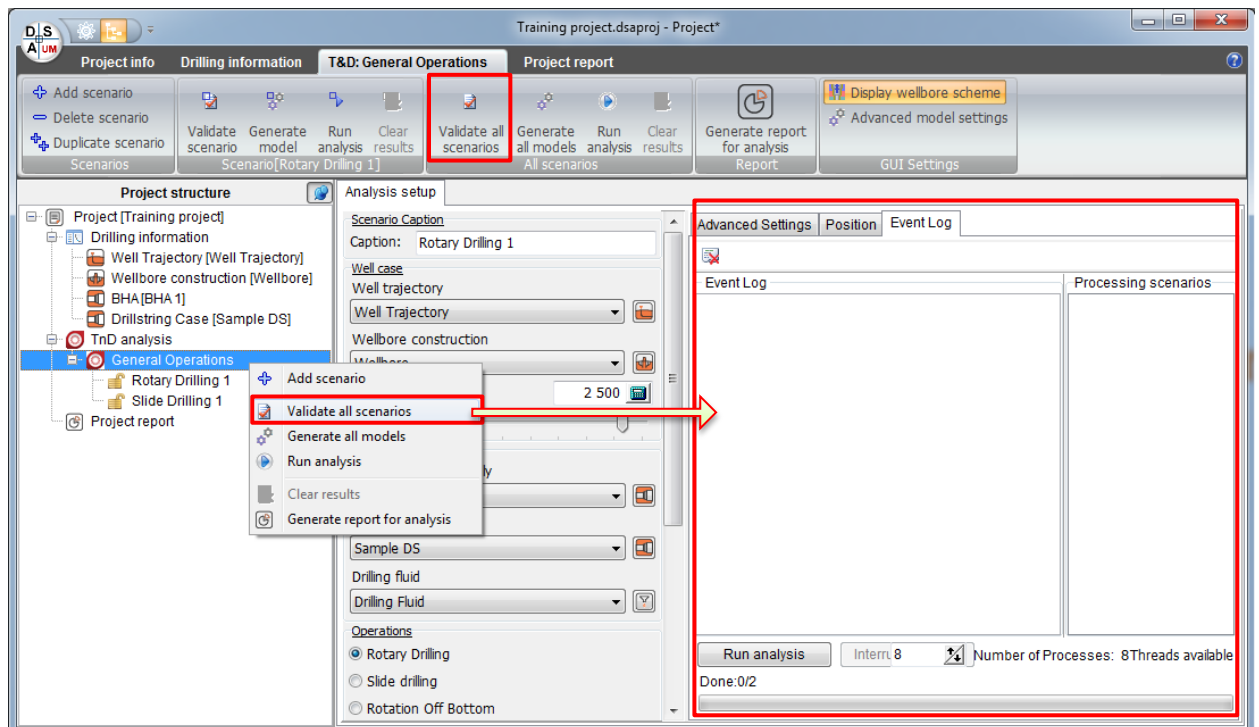


Теперь наш проект содержит два сценария Т&D анализа, результаты которых мы сможем проанализировать и сравнить между собой.



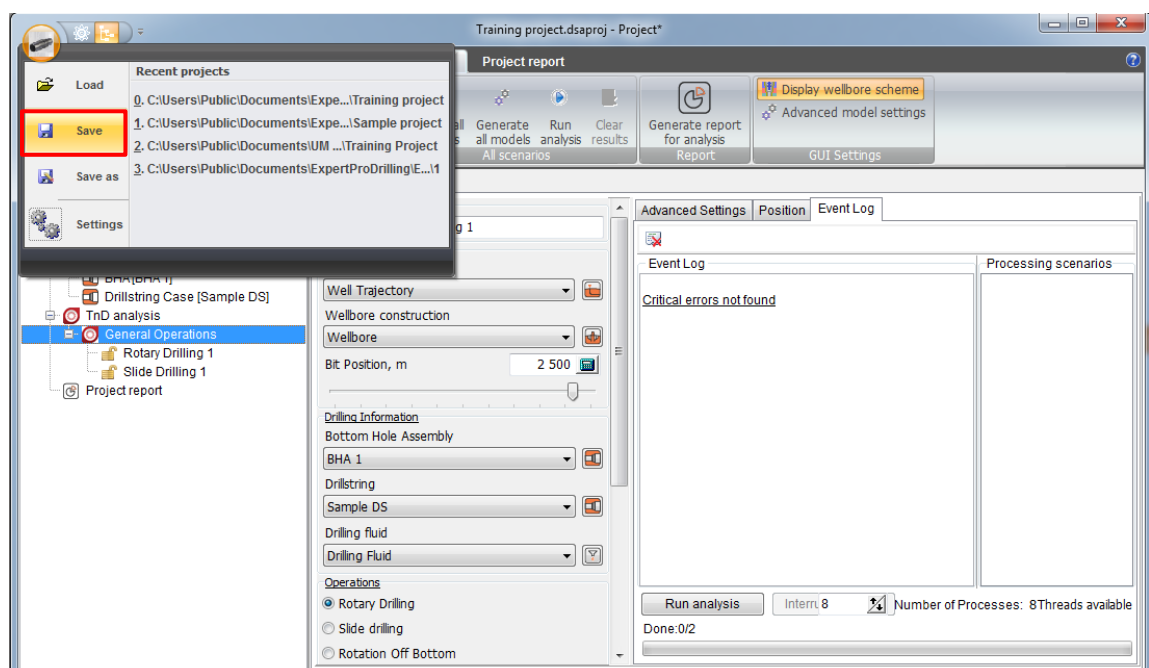
**Шаг 4.14.** Нажмите на кнопку **Проверить все сценарии** контекстного меню дерева навигации, либо головного меню для корректности описания сценариев.

При корректном описании в окне **Протокол** появится сообщение «Описание не содержит критических или потенциальных ошибок».



Сценарии *Rotary Drilling 1* и *Slide Drilling 1* описаны, проверены и готовы к расчету.

**Шаг 4.15.** Сохраните проект.

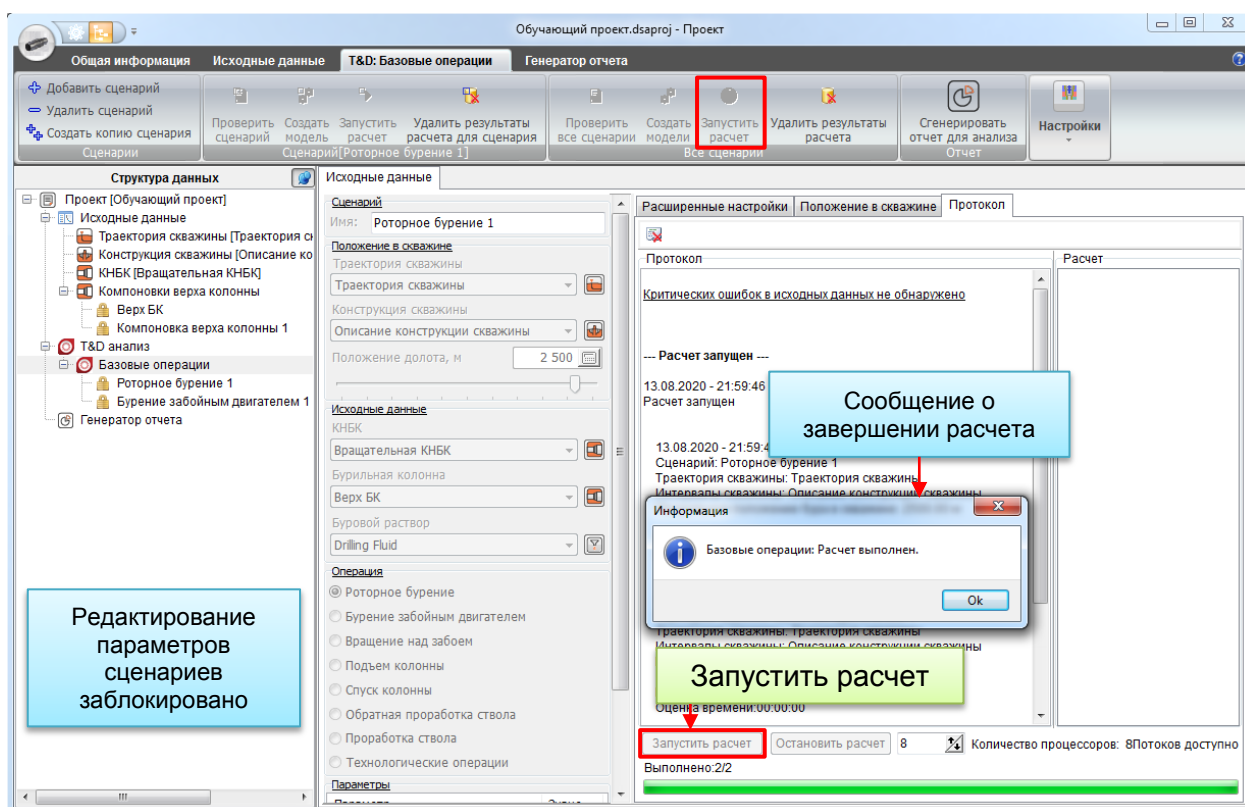






## 2.3.2. Запуск расчета

**Шаг 4.16.** Перейдите на закладку **Протокол** и нажмите кнопку **Запустить расчет** для расчета описанных сценариев.

Для каждого из рассчитываемых сценариев в поле **Расчет** будут добавлены шкалы прогресса выполнения.; в протоколе появится запись о начале выполнения расчета “--- Расчет запущен ---”; параметры сценария будут автоматически заблокированы для редактирования.




**Внимание:** Перед запуском расчета автоматически выполняется проверка корректности описания исходных данных и сохранение файла проекта.

**Внимание:** Пользователь может запустить расчет отдельного сценария (команда **Запустить расчет** ) , либо всех сценариев разом (**Запустить расчет** ).

Сообщение ‘**Базовые операции: Расчет выполнен**’ автоматически появится по завершении расчета всех сценариев (~ 1 секунда, в нашем случае).

**Шаг 4.17.** Нажмите **Ок** чтобы закрыть сообщение.

Результаты анализа были рассчитаны и сохранены в каталоге сценариев на жестком диске; перед рассчитанными сценариями в дереве навигации иконка меняется на  .

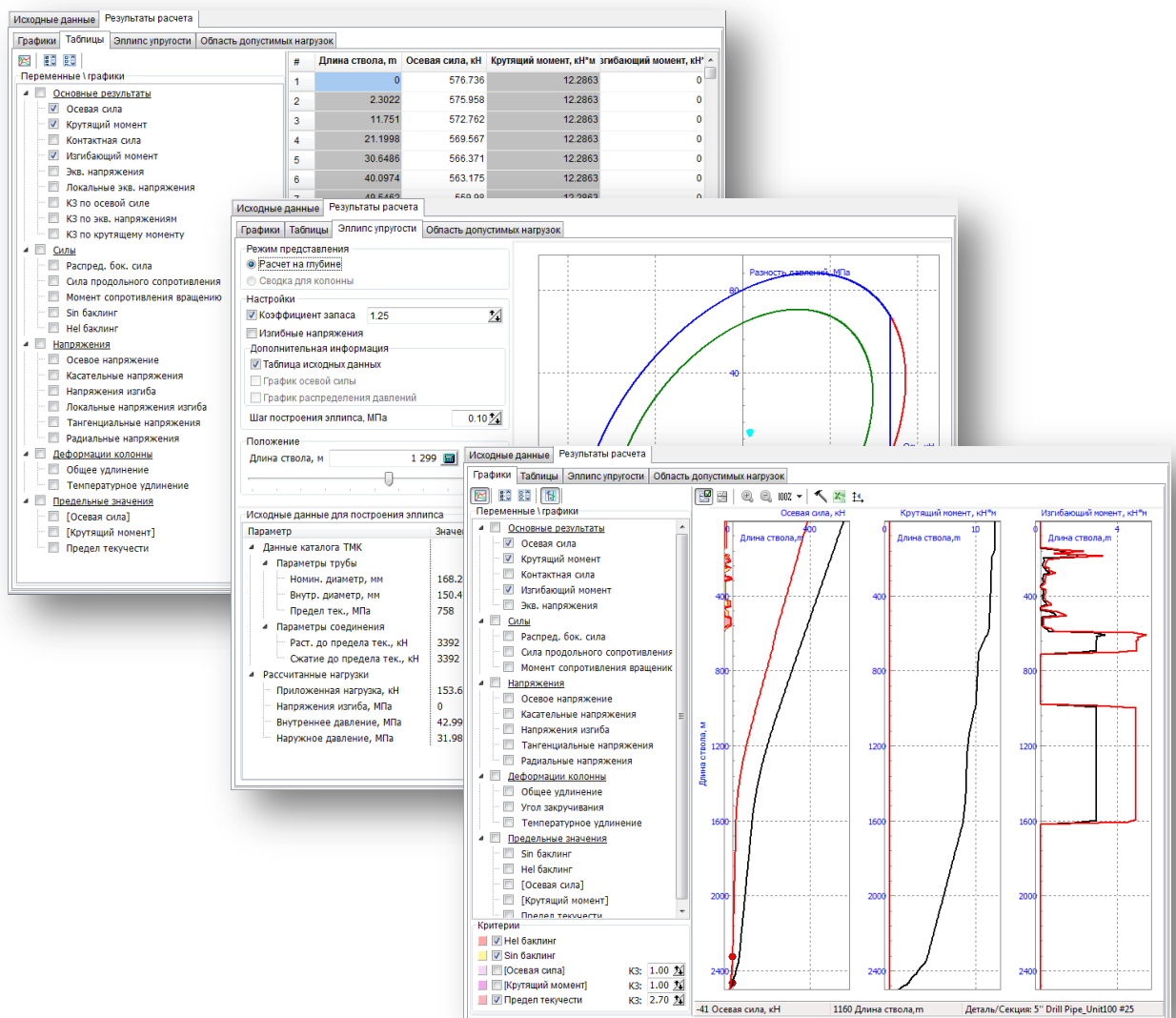


### 2.3.3. Анализ результатов

В приложении ExpertProDrilling результаты T&D анализа представляются следующими способами:

- 2D графики: набор графиков – распределений расчетных величин по длине колонны – расположенных на одной странице.
- Табличное представление: вывод рассчитанных величин в таблицу.
- Эллипс упругости: оценка коэффициентов запаса по предел текучести для труб из каталога компании ТМК
- Область допустимых нагрузок: оценка допусков по расчетным нагрузкам труб из каталога компании ТМК.

Интерфейс позволяет выводить результаты как для отдельного сценария, так и для набора выбранных сценариев для последующего сравнения.





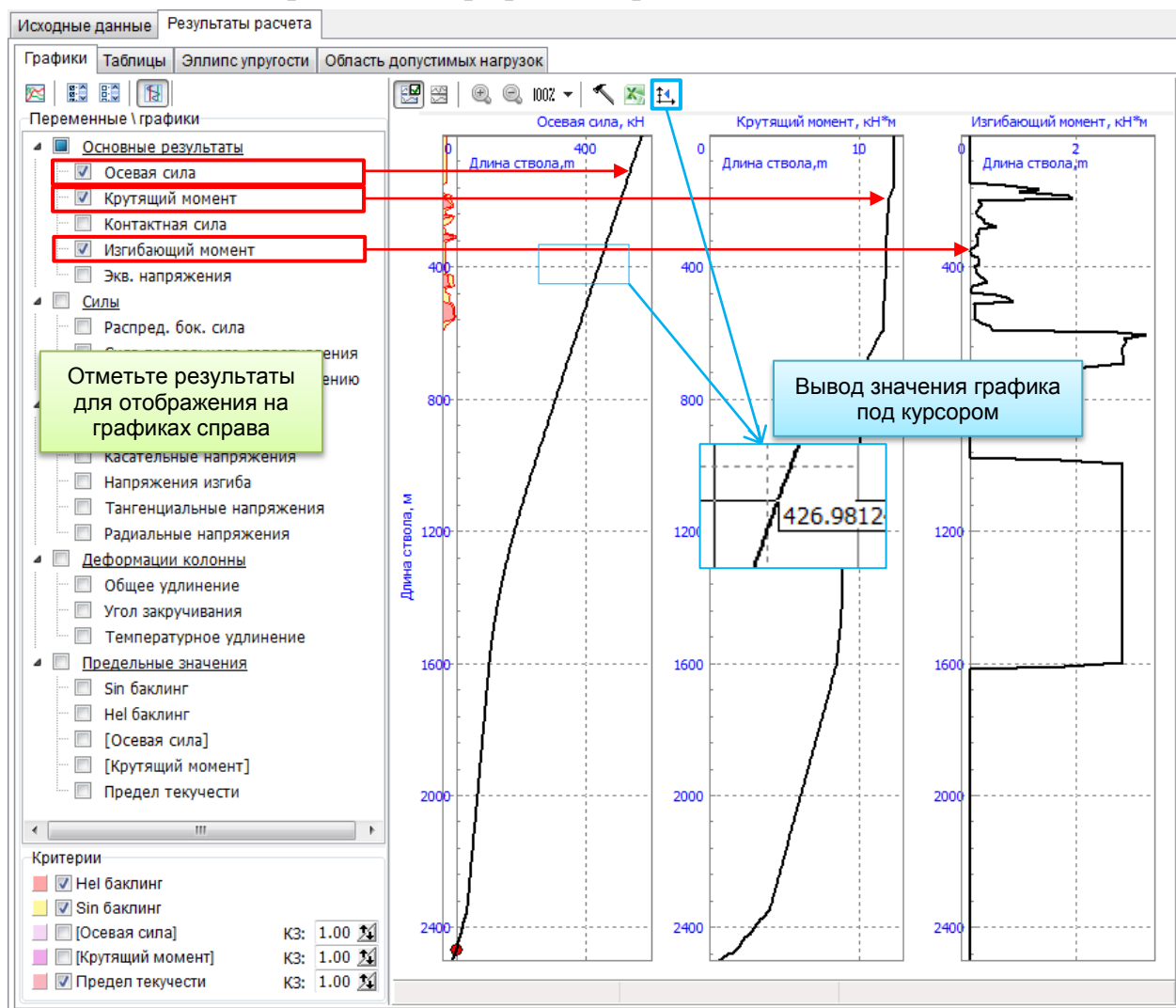
**Шаг 4.18.** Выберите узел, соответствующий рассчитанному сценарию (например, *Роторное бурение 1*), и перейдите на закладку **Результаты расчета**, появившуюся на правой панели.

### 2.3.3.1. Графики

#### Вывод результатов одного сценария

**Шаг 4.19.** Перейдите на закладку **Результаты расчета | Графики**.

Выберите интересующие результаты расчета в дереве **Переменные/Графики** – зависимости соответствующих величин от глубины отобразятся на графиках справа.



Для графиков доступны следующие опции отображения:

- Показать все графики на одном экране;
- Дополнительная настройка отображения графиков;
- Экспортировать график в документ MS Excel;
- Отобразить значение под курсором на области графика.



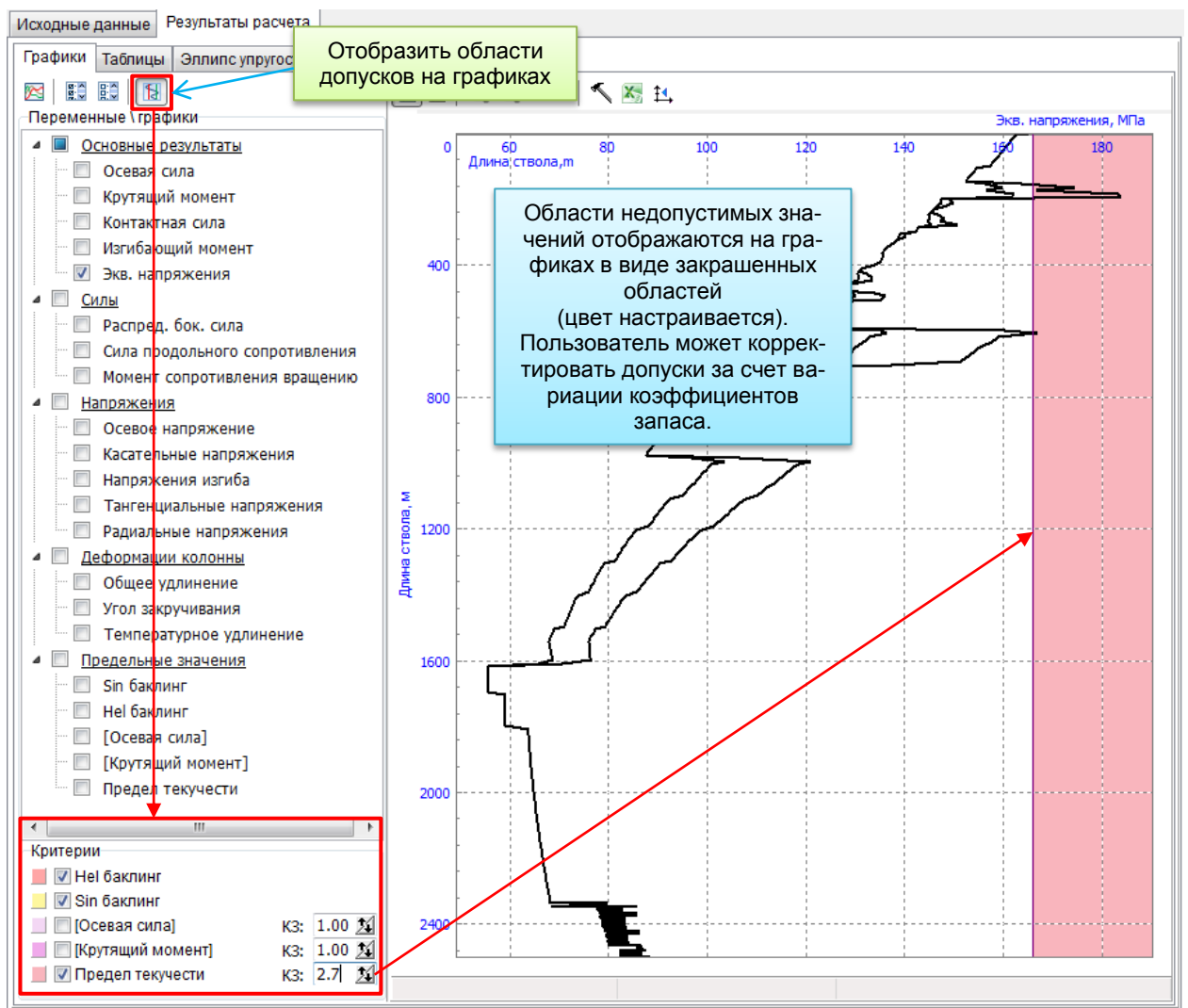


## Оценка уровня результатов

Для оценки уровней рассчитанных величин с точки зрения безопасности на графиках можно отобразить области **Критериев/Допусков**.

Критерий	Описание
Hel/Sin баклинг	Аналитическая оценка уровней сжимающей осевой силы, приводящих к синусоидальной и спиральной формам потери устойчивости трубы в скважине.
[Осевая сила]	Максимально допустимая осевая сила, заданная для детали колонны.
[Крутящий момент]	Максимально допустимый крутящий момент, заданный для детали колонны.
Предел текучести	Предел текучести элемента колонны (по свойствам материала секций детали).

**Шаг 4.20.** Отметьте критерий [**Предел текучести**] и поварьируйте значение коэффициента запаса (**КЗ**) для оценки запаса по напряжениям.





## Режим сравнения результатов

**Шаг 4.21.** Нажмите кнопку, расположенную над списком результатов, для активации режима сравнения результатов для различных сценариев.

В дереве *Структура данных* для узлов сценариев добавятся поля для выделения сценариев, результаты которых пользователь хочет увидеть на одном графике.

**Шаг 4.22.** Отметьте «галочкой» сценарии *Роторное бурение 1* и *Бурение забойным двигателем 1* в дереве проекта для отображения результатов в режиме сравнения.

The screenshot displays the software interface with the following components:

- Structure of Data (Структура данных):** A tree view on the left showing project settings. Two scenarios are highlighted with red boxes: "Роторное бурение 1" (Rotary drilling 1) and "Бурение забойным двигателем 1" (Bottomhole drilling 1).
- Activation Button:** A button with a double-headed arrow icon is highlighted in the top toolbar, labeled "Активация режима сравнения результатов" (Activation of the comparison mode).
- Comparison Graph:** A line graph on the right plots "Осевая сила, кН" (Axial force, kN) on the x-axis (0 to 600) against "Длина ствола, м" (Drill pipe length, m) on the y-axis (0 to 2400). Two lines are shown: a red line for "Роторное бурение 1" and a black line for "Бурение забойным двигателем 1".
- Context Menu:** A green callout box points to the tree view with the text: "Выберите сценарии для сравнения; настройте цвета графиков в контекстном меню" (Select scenarios for comparison; set graph colors in the context menu).
- Criteria List:** A list of criteria at the bottom left includes "Ней баклинг" (checked), "Син баклинг", "[Осевая сила]", "[Крутящий момент]", and "Предел текучести".
- Criteria Table:**

Критерий	КЗ:	Значение
[Осевая сила]	КЗ:	1.00
[Крутящий момент]	КЗ:	1.00
Предел текучести	КЗ:	2.70
- Graph Legend:** A blue callout box at the bottom right states: "Графики результатов, полученных для выбранных сценариев, отображаются в виде линий разного цвета (цвет задается для сценария в дереве навигации)." (Result graphs for selected scenarios are displayed as lines of different colors (color is set for the scenario in the navigation tree)).



### 2.3.3.2. Табличное представление

**Шаг 4.23.** Перейдите на закладку **Результаты расчета | Таблицы** для отображения числовых результатов, их экспорта в текстовый файл CSV, либо копирования в буфер обмена.

Отметьте необходимые результаты в дереве – распределения выбранных величин по длине колонны отобразятся в колонках таблицы.

The screenshot shows the software interface with the 'Results' tab selected. The 'Tables' sub-tab is active, displaying a table of calculated values. The table has columns for '#', 'Length of column, m', 'Axial force, kN', 'Torque, kN·m', and 'Bending moment, kN·m'. The 'Tables' tab is highlighted in red in the original image. A context menu is visible over the table, offering options to 'Save to file \*.csv...' and 'Copy to clipboard'.

#	Длина ствола, m	Осевая сила, кН	Крутящий момент, кН*м	Изгибающий момент, кН*м
1	0	576.736	12.2863	0
2	2.3022	575.958	12.2863	0
3	11.751	572.762	12.2863	0
4	21.1998	569.567	12.2863	0
5	30.6486	566.371	12.2863	0
6	40.0974	563.175	12.2863	0
7	49.5462	559.98	12.2863	0
8	58.995	556.784	12.2863	0
9	68.4438	553.589	12.2863	0
10	77.8926			0
11	87.3414			0
12	96.7902	544.002	12.2863	0
13	106.239	540.806	12.2863	0
14	115.688	537.611	12.2863	0
15	125.137	534.415	12.2863	0
16	134.585	531.22	12.2863	0
17	144.034	528.024	12.2863	0
18	153.483	524.832	12.2506	0.671057
19	162.932	521.642	12.1822	1.29568
20	172.381	518.45	12.134	0.920645
21	181.829	515.263	12.037	1.85165
22	191.278	512.076	11.9371	1.92196
23	200.727	508.881	11.9297	0.139403

**Внимание:** Колонка **Глубина** добавляется автоматически и является общей для всех рассчитанных распределений.



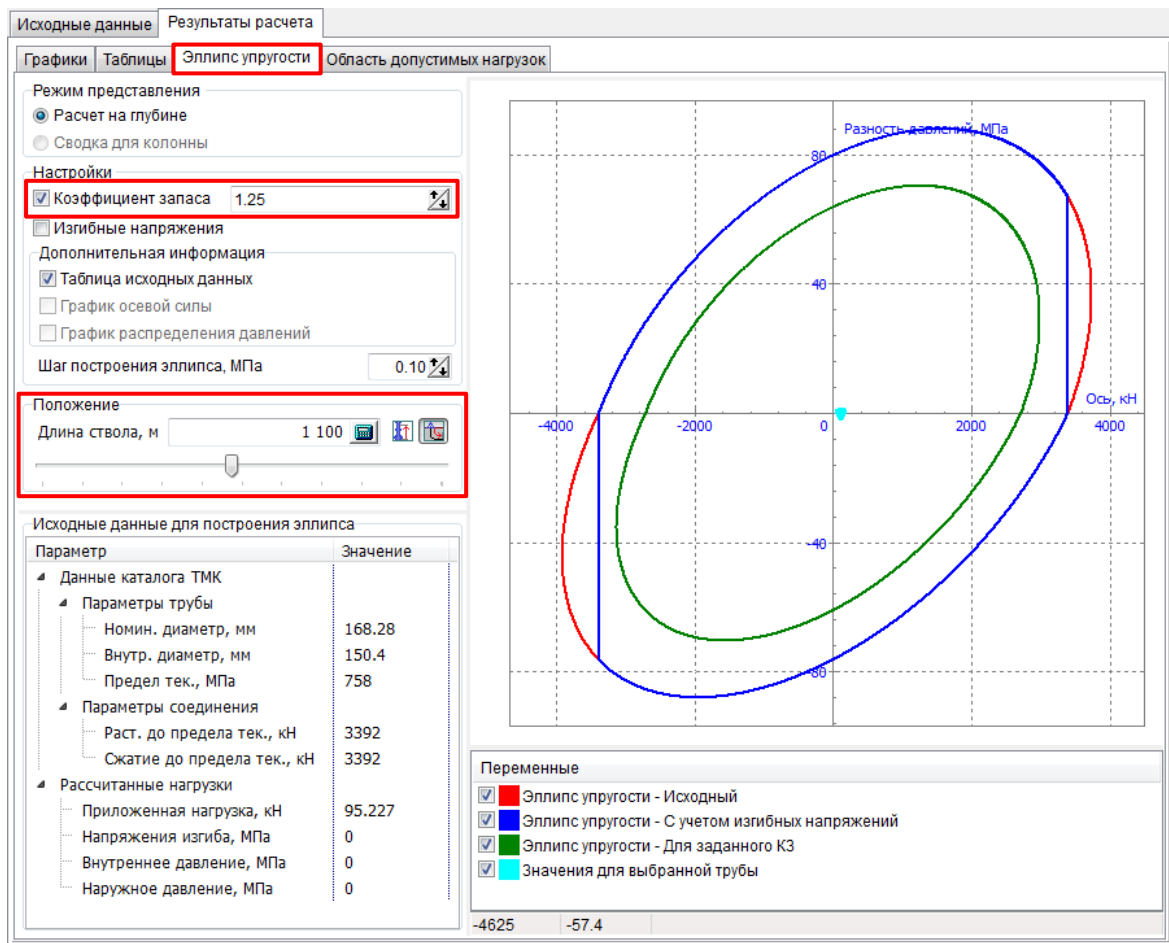
### 2.3.3.1. Эллипс пластичности

**Шаг 4.24.** Выберите сценарий *Бурение забойным двигателем 1* в дереве проекта.

**Шаг 4.25.** Перейдите на закладку **Результаты | Эллипс упругости**.

Эллипс упругости строится на правой панели для выбранной точки колонны (задается значением **Длина ствола**); голубая точка соответствует уровню нагрузок, выявленных для точки колонны в ходе расчета.

Диаграмма может использоваться для оценки коэффициента запаса по пределу текучести.





### 2.3.3.2. Область допустимых значений

**Шаг 4.26.** Перейдите на закладку **Результаты расчета** | **Область допустимых нагрузок**.

Диаграмма допустимых нагрузок строится на правой панели для выбранной точки колонны (задается значением **Длина ствола**); голубая точка соответствует уровню нагрузок, выявленных для точки колонны в ходе расчета.

Диаграмма может использоваться для оценки коэффициента запаса.

