

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ИНФОРМАТИКИ И РОБОТОТЕХНИКИ

КАФЕДРА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ И КИБЕРНЕТИКИ

Направление 231000 – Программная инженерия

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Тема: Программа для расчета и предупреждения пересечения  
стволов нефтяных скважин

	ФИО	Подпись	Дата
Студент	Синявский Г. Н.		
Руководитель работы	Еникеева К. Р.		
Консультант	Еникеева К. Р.		
Контроль программного продукта			
Председатель комиссии по предзащите			
Рецензент			

Допущен к защите  
Зав. кафедрой ВМК, д.т.н., проф.  
\_\_\_\_\_ Н.И. Юсупова  
“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2015 г.

УФА — 2015г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ИНФОРМАТИКИ И РОБОТОТЕХНИКИ

КАФЕДРА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ И КИБЕРНЕТИКИ

Направление 231000 – Программная инженерия

”УТВЕРЖДАЮ” Зав. кафедрой ВМК, д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_ Н.И. Юсупова  
\_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2015 г.

## ЗАДАНИЕ

### на подготовку выпускной квалификационной работы

студента Синявского Глеба Николаевича

1. Тема работы - Программа для расчета и предупреждения пересечения стволов нефтяных скважин  
( утверждена распоряжением по факультету No 100500 от “01” Июня 2015г. )
2. Срок представления работы “01” Января 2015г.
3. Описание задачи  
Необходимо разработать программный продукт, позволяющий усреднять и визуализировать замеры стволов нефтяных скважен, а так же позволять оценивать расстояния между стволами нефтяных скважин.
4. Математическая часть  
???
5. Спецификация входных и выходных данных  
Входные данные - csv-файлы, содержащие результаты замера ствола скважины. Выходные - визуализация скважины в пространстве, визуализации оценки расстояний между стволами.
6. Применяемые инструментальные средства  
Библиотека построение графического интерфейса - Qt. СУБД - SQLite. Библиотека визуализации - MathGL.

7. Особые условия эксплуатации программного продукта

Основная ОС для запуска программного продукта - Windows 7 и старше, но продукт должен разрабатываться как кросс-платформенный и иметь возможность запуска под управлением ОС Linux.

8. Дополнительные условия

Продукт должен иметь возможность импортировать csv произвольного формата, для этого должен быть разработан мастер импорта, позволяющий выбирать диапазон ячеек таблицы и указывать их тип.

Руководитель работы \_\_\_\_\_

Консультант \_\_\_\_\_

# Оглавление

<b>Аннотация</b>	<b>2</b>
<b>Введение</b>	<b>3</b>
Описание предметной области . . . . .	3
Мотивация, актуальность проблемы . . . . .	3
Цели, задачи ВКР . . . . .	3
Содержание работы по главам . . . . .	3
<b>1. Анализ проблемы и постановка задачи</b>	<b>4</b>
1.1 Анализ предметной области . . . . .	4
1.2 Содержательная постановка проблемы . . . . .	4
1.3 Формальная постановка задачи . . . . .	4
1.4 Структура решения задачи, декомпозиция задачи на подзадачи . . . . .	4
<b>2. Математическое и информационное обеспечение</b>	<b>5</b>
2.1 Классификация подзадач (отнесение подзадач к классу задач) . . . . .	5
2.2 Математические модели подзадач (где применимо) . . . . .	5
2.3 Методы решения подзадач (где применимо) . . . . .	5
2.4 Информационные модели для подзадач (где применимо) . . . . .	5
2.5 Алгоритмы и структуры данных для подзадач . . . . .	5
<b>3. Программное обеспечение</b>	<b>6</b>
3.1 Аналитический обзор существующих программных технологий, применимых при решении поставленных задач . . . . .	6
3.2 Архитектура разрабатываемого программного продукта . . . . .	6
3.3 Язык программирования и инструментальные средства разработки . . . . .	6
3.3.1 Язык C++ . . . . .	6
3.3.2 SQLite . . . . .	6
3.3.3 Qt . . . . .	6
3.3.4 MathGL . . . . .	6
3.3.5 Обоснованность выбора технологий . . . . .	6
3.4 Технологии разработки ПО (моделирование разработки ПО, управление разработкой ПО, конфигурирование ПО, технологии тестирования ПО) . . . . .	7
3.5 Описание структуры программного продукта . . . . .	7
3.6 Описание интерфейса пользователя . . . . .	7
<b>4. Оценка качества решения</b>	<b>8</b>
4.1 Тестирование ПО . . . . .	8
4.2 Оценка качества программного продукта . . . . .	10
4.3 Вычислительный эксперимент и анализ результатов . . . . .	17
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b>	<b>18</b>
Результаты работы . . . . .	18
Выводы . . . . .	18
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ</b>	<b>19</b>

<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b>	<b>20</b>
Программная документация . . . . .	20
Техническое задание . . . . .	20
Руководство программиста . . . . .	22
Руководство пользователя . . . . .	23

## **Аннотация**

## **Введение**

### **Описание предметной области**

### **Мотивация, актуальность проблемы**

### **Цели, задачи ВКР**

Целью дипломной работы является разработка программного обеспечения, позволяющего визуализировать, усреднять и производить анализ замеров стволов нефтяных скважин, на основании данных, полученных с измерительного оборудования. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ существующих программных продуктов;
- разработка функциональной и информационной моделей, программного обеспечения;
- разработка модуля импорта данных
- разработка системы управления содержимым БД и усреднения замеров
- разработка модуля визуализации замеров
- разработка модуля расчетов расстояний между стволами
- разработка модуля визуализации расстояний между стволами

### **Содержание работы по главам**

# **1. Анализ проблемы и постановка задачи**

## **1.1 Анализ предметной области**

## **1.2 Содержательная постановка проблемы**

## **1.3 Формальная постановка задачи**

Формальной постановке задачи соответствует контекстная диаграмма методологии IDEF0, описывающая входные и выходные данные, управляющие воздействия и механизмы, влияющие на систему в целом, приведенная на рисунке 1.1.:

## **1.4 Структура решения задачи, декомпозиция задачи на подзадачи**



## **2. Математическое и информационное обеспечение**

**2.1 Классификация подзадач (отнесение подзадач к классу задач)**

**2.2 Математические модели подзадач (где применимо)**

**2.3 Методы решения подзадач (где применимо)**

**2.4 Информационные модели для подзадач (где применимо)**

**2.5 Алгоритмы и структуры данных для подзадач**

### **3. Программное обеспечение**

#### **3.1 Аналитический обзор существующих программных технологий, применимых при решении поставленных задач**

#### **3.2 Архитектура разрабатываемого программного продукта**

#### **3.3 Язык программирования и инструментальные средства разработки**

##### **3.3.1 Язык C++**

На данный момент, C++ остается одним из самых популярных и производительных языков программирования и применяется практически во всех прикладных областях программирования, от низкоуровневого программирования для микроконтроллеров, до высокопроизводительных серверных приложений и компьютерных игр.

##### **3.3.2 SQLite**

SQLite — это встраиваемая кроссплатформенная СУБД, которая поддерживает достаточно полный набор команд SQL и доступна в исходных кодах (на языке C). На данный момент является самой популярной встраиваемой СУБД. Применяется как на персональных компьютерах, так и в мобильных ОС и ”умных” телевизорах.

##### **3.3.3 Qt**

Qt — кроссплатформенный инструментальный набор для разработки ПО на языке программирования C++, доступен в исходных текстах. Позволяет создавать кросс-платформенные приложения с богатыми возможностями графического интерфейса, работой с сетью, мультимедиа, БД и 3D-графикой. В окружении каждой поддерживаемой ОС будет выглядеть максимально похоже на ”родные” приложения системы.

##### **3.3.4 MathGL**

MathGL — кроссплатформенная библиотека для визуализации данных. Имеет интеграцию с Qt.

##### **3.3.5 Обоснованность выбора технологий**

На данный момент указанные технологии являются единственным способом, как выполнить требования о кроссплатформенности, так и получить легкий в поддержке продукт, базирующийся на надежных и поддерживаемых библиотеках.

- 3.4 Технологии разработки ПО (моделирование разработки ПО, управление разработкой ПО, конфигурирование ПО, технологии тестирования ПО)**
- 3.5 Описание структуры программного продукта**
- 3.6 Описание интерфейса пользователя**

## 4. Оценка качества решения

### 4.1 Тестирование ПО

Тестирование является важной и обязательной частью процесса разработки. Процесс тестирования можно разделить на 3 этапа:

- проверка в нормальных условиях;
- проверка в экстремальных условиях;
- проверка в исключительных ситуациях.

#### Тестирование в нормальных условиях

При проверке в нормальных условиях программа функционировала соответствующим образом: введенные данные были без потерь сохранены в базе данных в нужном формате и в результате запросов были выданы верные сведения.



Рис. 1: Ввод корректных параметров подрядчика

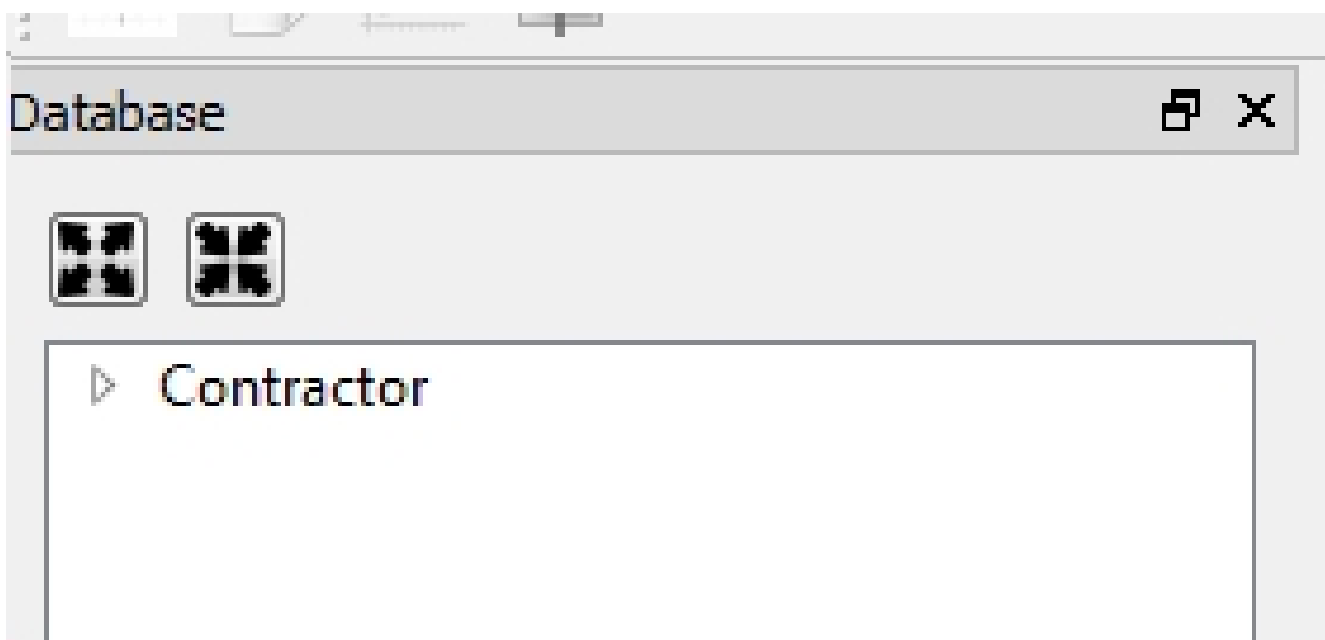


Рис. 2: Созданный подрядчик

### Тестирование в экстремальных условиях

Проводилась проверка на ввод нулевых и отсутствующих параметров. Программа не позволяет ввести неверные значения, т.н. "защита от дурака" (Рис. 26).

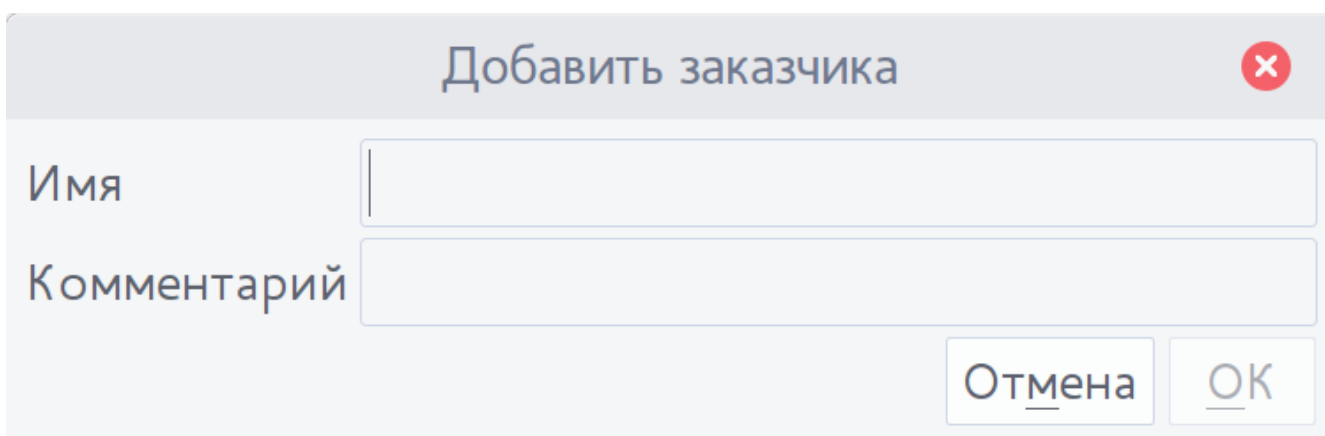


Рис. 3: Недоступная кнопка ОК при попытка создать заказчика без названия

### Тестирование в исключительных ситуациях

Тестирование устойчивости программы при вводе неверных данных проводилось с самого начала разработки. Построение интерфейса программы предусматривает предотвращение возможности совершения пользователем действий, приводящих к исключительным ситуациям.

Практически невозможна ситуация, когда в результате сбоя разработанное ПО выйдет из-под контроля и нарушит целостность исходных данных, системы или других прикладных программ.

### Анализ тестирования

Тестирование, проведенное в различных условиях, подтверждает работоспособность программы. Возможно, в процессе эксплуатации программы потребуются некоторые ее доработки.

## 4.2 Оценка качества программного продукта

### Метрическая оценка качества программного продукта.

В данной части дипломной работы проводится оценка качества программного продукта согласно ГОСТ 28195-89.

### Определение подкласса программных средств

Данное программное средство относится к подклассу 509 – Прочие ПС.

### Показатели надежности программного средства

Таблица 1: Оценочные элементы фактора “Надежность ПС”

Код элемента	Наименование	Метод оценки	Оценка
<b>Средства восстановления при ошибках на входе</b>			
H0101	Наличие требований к программе по устойчивости функционирования при наличии ошибок во входных данных	Экспертный	1
H0102	Возможность обработки ошибочных ситуаций	То же	1
H0103	Полнота обработки ошибочных ситуаций	»	1
H0104	Наличие тестов для проверки допустимых значений входных данных	»	0
H0105	Наличие системы контроля полноты входных данных	»	0
H0106	Наличие средств контроля корректности входных данных	»	1
H0107	Наличие средств контроля непротиворечивости входных данных	»	0
H0108	Наличие проверки параметров и адресов по диапазону их значений	»	1
H0109	Наличие обработки граничных результатов	»	1
H0110	Наличие обработки неопределенностей	»	0,6
			0,8
<b>Средства восстановления при сбоях оборудования</b>			
H0201	Наличие требований к программе по восстановлению процесса выполнения в случае сбоя операционной системы, процессора, внешних устройств	»	0
H0202	Наличие требований к программе по восстановлению результатов при отказах процессора, ОС	»	1
H0203	Наличие средств восстановления процесса в случае сбоев оборудования	»	0
H0204	Наличие возможности разделения по времени выполнения отдельных функций программ	»	1
H0205	Наличие возможности повторного старта с точки останова	»	1
			0,6
<b>Реализация управления средствами восстановления</b>			
H0301	Наличие централизованного управления процессами, конкурирующими из-за ресурсов	»	1

Таблица 1: Оценочные элементы фактора “Надежность ПС”

Код элемента	Наименование	Метод оценки	Оценка
H0302	Наличие возможности автоматически обходить ошибочные ситуации в процессе вычисления	»	0
H0303	Наличие средств, обеспечивающих завершение процесса решения в случае помех	»	1
H0304	Наличие средств, обеспечивающих выполнение программы в сокращенном объеме в случае ошибок или помех	»	0
H0305	Показатель устойчивости к искажаемым воздействиям	Расчетный	0
			0,4
<b>Функционирование в заданных режимах</b>			
H0401	Вероятность безотказной работы	То же	1
<b>Обеспечение обработки заданного объема информации</b>			
H0501	Оценка по среднему времени восстановления	»	1
H0502	Оценка по продолжительности преобразования входного набора данных в выходной	»	1
			1

**Показатели сопровождения**

Таблица 2: Оценочные элементы фактора “Сопровождаемость ПС”

Код элемента	Наименование	Метод оценки	Оценка
<b>Простота архитектуры проекта</b>			
C0101	Наличие модульной схемы программы	Экспертный	1
C0102	Оценка программы по числу уникальных модулей	»	1 1
<b>Сложность архитектуры проекта</b>			
C0201	Наличие ограничений на размеры модуля	»	0
<b>Межмодульные связи</b>			
C030	Наличие требований к независимости модулей программы от типов и форматов выходных данных	»	0
C0301	Наличие проверки корректности передаваемых данных	»	1
C0302	Оценка простоты программы по числу точек входа и выхода	Расчетный	0,01
C0303	Осуществляется ли передача результатов работы модуля через вызывающий его модуль	Экспертный	1
C0304	Осуществляется ли контроль за правильностью данных, поступающих в вызывающий модуль от вызываемого	»	1
			0,6
<b>Экспертиза принятой системы идентификации</b>			
C0601	Использование при построении программ метода структурного программирования	»	1

Таблица 2: Оценочные элементы фактора “Сопровождаемость ПС”

Код элемента	Наименование	Метод оценки	Оценка
C0602	Соблюдение принципа разработки программы сверху вниз	»	1
C0603	Оценка программы по числу циклов с одним входом и одним выходом	»	1
C0604	Оценка программы по числу циклов	»	1
			1
<b>Комментарии логики программ проекта</b>			
C0801	Наличие комментариев ко всем машинозависимым частям программы	»	0
C0802	Наличие комментариев к машинозависимым операторам программы	»	0
C0803	Наличие комментариев в точках входа и выхода программы	»	1
			0,3
<b>Оформление текста программ</b>			
C0901	Соответствие комментариев принятым соглашениям	»	0
C0902	Наличие комментариев-заголовков программы с указанием ее структурных и функциональных характеристик	»	0
C0903	Оценка ясности и точности описания последовательности функционирования всех элементов программы	»	0
			0
<b>Простота кодирования</b>			
C1001	Используется ли язык высокого уровня	»	1
C1002	Оценка простоты программы по числу переходов по условию	Расчетный	0,3
			0,6

**Показатели удобства применения**

Таблица 3: Оценочные элементы фактора “Удобство применения ПС”

Код элемента	Наименование	Метод оценки	Оценка
<b>Освоение работы ПС</b>			
Y0101	Возможность освоения программных средств по документации	Экспертный	1
Y0102	Возможность освоения ПС на контрольном примере при помощи ЭВМ	То же	1
Y0103	Возможность поэтапного освоения ПС	»	1
			1
<b>Документация для освоения</b>			



Таблица 3: Оценочные элементы фактора “Удобство применения ПС”

Код элемента	Наименование	Метод оценки	Оценка
У0201	Полнота и понятность документации для освоения	»	1
У0202	Точность документации для освоения	»	1
У0203	Техническое исполнение документации	»	0,4
			0,8
<b>Полнота пользовательской документации</b>			
У0301	Наличие краткой аннотации	»	1
У0302	Наличие описания решаемых задач	»	1
У0303	Наличие описания структуры функции ПС	»	1
У0304	Наличие описания основных функций ПС	»	1
У0306	Наличие описания частных функций	»	1
У0307	Наличие описания алгоритмов	»	0
У0308	Наличие описания межмодульных интерфейсов	»	0
У0309	Наличие описания пользовательских интерфейсов	»	1
У0310	Наличие описания входных и выходных данных	»	1
У0311	Наличие описания диагностических сообщений	»	0
У0312	Наличие описания основных характеристик ПС	»	1
У0314	Наличие описания программной среды функционирования ПС	»	1
У0315	Достаточность документации для ввода ПС в эксплуатацию	»	1
У0316	Наличие информации технологии переноса для мобильных программ	»	0
			0,7
<b>Точность пользовательской документации</b>			
У0401	Соответствие оглавления содержанию документации	»	1
У0402	Оценка оформления документации	»	1
У0403	Грамматическая правильность изложения документации	»	1
У0404	Отсутствие противоречий	»	1
У0405	Отсутствие неправильных ссылок	»	1
У0406	Ясность формулировок и описаний	»	1
У0407	Отсутствие неоднозначных формулировок и описаний	»	1
У0408	Правильность использования терминов	»	1
У0409	Краткость, отсутствие лишней детализации	»	1
У0410	Единство формулировок	»	1
У0411	Единство обозначений	»	1
У0412	Отсутствие ненужных повторений	»	1
У0413	Наличие нужных объяснений	»	1
			1
<b>Понятность пользовательской документации</b>			
У0501	Оценка стиля изложения	»	1
У0502	Дидактическая разделенность	»	1

Таблица 3: Оценочные элементы фактора “Удобство применения ПС”

Код элемента	Наименование	Метод оценки	Оценка
Y0503	Формальная разделенность	»	1
Y0504	Ясность логической структуры	»	1
Y0505	Соблюдение стандартов и правил изложения в документации	»	1
Y0506	Оценка по числу ссылок вперед в тексте документов	»	0
			0,8
<b>Техническое исполнение пользовательской документации</b>			
Y0601	Наличие оглавления	»	1
Y0602	Наличие предметного указателя	»	0
Y0603	Наличие перекрестных ссылок	»	0
Y0604	Наличие всех требуемых разделов	»	1
Y0605	Соблюдение непрерывности нумерации страниц документов	»	1
Y0606	Отсутствие незаконченных разделов абзацев, предложений	»	1
Y0607	Наличие всех рисунков, чертежей, формул, таблиц	»	1
Y0608	Наличие всех строк и примечаний	»	1
Y0609	Логический порядок частей внутри главы	»	1
			0,8
<b>Прослеживание вариантов пользовательской документации</b>			
Y0701	Наличие полного перечня документации	»	1
<b>Эксплуатация</b>			
Y0801	Уровень языка общения пользователя с программой	»	1
Y0802	Легкость и быстрота загрузки и запуска программы	»	1
Y0803	Легкость и быстрота завершения работы программы	»	1
Y0804	Возможность распечатки содержимого программы	»	0,7
Y0805	Возможность приостановки и повторного запуска работы без потерь информации	»	1
			0,9
<b>Управление меню</b>			
Y0901	Соответствие меню требованиям пользователя	»	1
Y0902	Возможность прямого перехода вверх и вниз по многоуровневому меню (пропуск уровней)	»	1
			1
<b>Функция Help</b>			
Y1001	Возможность управления подробностью получаемых выходных данных	»	1
Y1002	Достаточность полученной информации для продолжения работы	»	1
			1
<b>Управление данными</b>			
Y1101	Обеспечение удобства ввода данных	»	1

Таблица 3: Оценочные элементы фактора “Удобство применения ПС”

Код элемента	Наименование	Метод оценки	Оценка
У1102	Легкость восприятия	»	1
			1
<b>Рабочие процедуры</b>			
У1201	Обеспечение программой выполнения предусмотренных рабочих процедур	»	1
У1202	Достаточность информации, выдаваемой программой для составления дополнительных процедур	»	1
			1

**Показатели эффективности**

Таблица 4: Оценочные элементы фактора “Эффективность ПС”

Код элемента	Наименование	Метод оценки	Оценка
<b>Уровень автоматизации</b>			
Э0101	Проблемно-ориентированные функции	Экспертный	1
Э0102	Машинно-ориентированные функции	То же	1
Э0103	Функции ведения и управления	»	1
Э0104	Функции ввода/вывода	»	1
Э0105	Функции защиты и проверки данных	»	0
Э0106	Функции защиты от несанкционированного доступа	»	1
Э0107	Функции контроля доступа	»	1
Э0108	Функции защиты от внесения изменений	»	1
Э0109	Наличие соответствующих границ функциональных областей	»	1
Э0110	Число знаков после запятой в результатах вычислений	»	1
			0,9
<b>Временная эффективность</b>			
Э0201	Время выполнения программ	»	1
Э0202	Время реакции и ответов	»	1
Э0203	Время подготовки	»	1
Э0205	Затраты времени на защиту данных	»	0
Э0206	Время компиляции	»	1
			0,8
<b>Ресурсоемкость</b>			
Э0301	Требуемый объем внутренней памяти	»	1
Э0302	Требуемый объем внешней памяти	»	1
Э0303	Требуемые периферийные устройства	»	1
Э0304	Требуемое базовое программное обеспечение	»	1
			1

**Показатели универсальности**

Таблица 5: Оценочные элементы фактора “Универсальность ПС”

Код элемента	Наименование	Метод оценки	Оценка
<b>Зависимость от используемого комплекса технических средств</b>			
Г0701	Оценка зависимости программ от ёмкости оперативной памяти ЭВМ	»	1
Г0702	Оценка зависимости временных характеристик программы от скорости вычислений ЭВМ	»	1
Г0703	Оценка зависимости функционирования программы от числа внешних запоминающих устройств и их общей емкости	»	0
Г0704	Оценка зависимости функционирования программы от специальных устройств ввода-вывода	»	1
			0,7
<b>Зависимость от базового программного обеспечения</b>			
Г0801	Применение специальных языков программирования	»	1
Г0802	Оценка зависимости программы от программ операционной системы	»	1
Г0803	Зависимость от других программных средств	»	1
			1
<b>Изоляция немобильности</b>			
Г0901	Оценка локализации переносимой части программы	»	1
			1
<b>Простота кодирования</b>			
Г1001	Оценка использования отрицательных или булевых выражений	»	1
Г1002	Оценка программы по использованию условных переходов	»	1
Г1003	Оценка программы по использованию безусловных переходов	»	0
Г1004	Оформление процедур входа и выхода из циклов	»	1
Г1005	Ограничения на модификацию переменной индексации в цикле	»	1
Г1007	Оценка программы по использованию локальных переменных	»	1
Г1006	Оценка модулей по направлению потока управления	»	0
			0,7
<b>Число комментариев</b>			
Г1101	Оценка программы по числу комментариев	»	1
			1
<b>Качество комментариев</b>			
Г1201	Наличие заголовка в программе	»	1
Г1202	Комментарии к точкам ветвлений	»	1
Г1203	Комментарии к машинозависимым частям программы	»	1

Таблица 5: Оценочные элементы фактора “Универсальность ПС”

Код элемента	Наименование	Метод оценки	Оценка
Г1204	Комментарии к машинозависимым операторам программы	»	0
Г1205	Комментарии к операторам объявления переменных	»	1
Г1206	Оценка семантики операторов	»	1
Г1207	Наличие соглашений по форме представления комментариев	»	0
Г1208	Наличие общих комментариев к программам	»	1
			0,7
<b>Использование описательных средств языка</b>			
Г1301	Использование языков высокого уровня	»	1
Г1302	Семантика имен используемых переменных	»	1
Г1303	Использование отступов, сдвигов и пропусков при формировании текста	»	1
Г1304	Размещение операторов по строкам	»	1
			1
<b>Независимость модулей</b>			
Г1401	Передача информации для управления по параметрам	»	1
Г1402	Наличие передачи результатов работы между модулями	»	1
Г1403	Наличие проверки правильности данных, получаемых модулями от вызываемого модуля	»	1
Г1404	Использование общих областей памяти	»	1
Г1405	Параметрическая передача входных данных	»	1
			1

### 4.3 Вычислительный эксперимент и анализ результатов

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

**Результаты работы**

**Выводы**

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

# ПРИЛОЖЕНИЯ

## Программная документация

### Техническое задание

#### Наименование программы

”Приложение для расчета и предупреждения пересечения стволов нефтяных скважин ”Collisions”

#### Характеристика области применения программы

Программа (“Collisions”) разрабатывается в рамках выпускной квалификационной работы. Программа находится в стадии внедрения.

#### Основания для разработки

Разработка программного обеспечения ведется в соответствии с заданием на дипломное проектирование, составленным совместно с руководителем дипломной работы и утвержденным кафедрой ВМиК.

#### Назначение разработки

Программа предназначена для визуализации, усреднения замеров стволов нефтяных скважин, а так же для предупреждения пересечения стволов.

#### Требования к функциональным характеристикам

Данный программный комплекс должен обладать следующими функциями:

- внесение, редактирование и удаление данных о подрядчиках;
- внесение, редактирование и удаление данных о клиентах;
- внесение, редактирование и удаление данных о месторождениях;
- внесение, редактирование и удаление данных о кустах;
- внесение, редактирование и удаление данных о скважинах;
- внесение, редактирование и удаление данных о стволах;
- внесение, редактирование и удаление данных о замерах;
- импорт данных замера из csv файлов, полученных от измерительного оборудования;
- визуализация кустов, скважин, стволов и замеров;
- усреднение замеров ствола;
- расчет и визуализация расстояний между стволами скважин в кусте;

#### Требования к надежности

Программный продукт (ПП) должен обеспечивать: устойчивую и корректную работу с базой данных, сохранность информации в случаях возникновения сбоев.

#### Требования к обеспечению надежного функционирования программы

Надежное (устойчивое) функционирование программы должно быть обеспечено выполнением Заказчиком совокупности организационно-технических мероприятий, перечень которых приведен ниже:

- а) организацией бесперебойного питания технических средств;



б) регулярным выполнением рекомендаций Министерства труда и социального развития РФ, изложенных в Постановлении от 23 июля 1998 г. Об утверждении межотраслевых типовых норм времени на работы по сервисному обслуживанию ПЭВМ и оргтехники и сопровождению программных средств»;

в) регулярным выполнением требований ГОСТ 51188-98. Защита информации. Испытания программных средств на наличие компьютерных вирусов

#### **Время восстановления после отказа**

Время восстановления после отказа, вызванного сбоем электропитания технических средств (иными внешними факторами), не фатальным сбоем (не крахом) операционной системы, не должно превышать 30-ти минут при условии соблюдения условий эксплуатации технических и программных средств.

Время восстановления после отказа, вызванного неисправностью технических средств, фатальным сбоем (крахом) операционной системы, не должно превышать времени, требуемого на устранение неисправностей технических средств и переустановки программных средств.

#### **Отказы из-за некорректных действий пользователей системы**

Отказы программы вследствие некорректных действий пользователя при взаимодействии с программой недопустимы.

#### **Требования к квалификации и численности персонала**

Минимальное количество персонала, требуемого для работы программы, должно составлять не менее 2 штатных единиц — системный администратор и конечный пользователь программы — оператор.

В перечень задач, выполняемых системным администратором, должны входить:

- а) задача поддержания работоспособности технических средств;
- б) задачи установки (инсталляции) и поддержания работоспособности системных программных средств — операционной системы;
- в) задача установки (инсталляции) программы.

#### **Требования к составу и параметрам технических средств**

Для выполнения программы желательна следующая аппаратная конфигурация:

- ПК с x86 - совместимым процессором 1ГГц и выше;
- оперативная память - не менее 512Мб;
- минимум 200Мб свободного пространство на диске;
- OS Windows 7 или старше или ОС на базе ядра Linux

#### **Требования к организации входных данных**

Входными данными являются:

- данные замера ствола, полученные от измерительного оборудования;
- данные о подрядчиках, клиентах, месторождениях, кустах, скважинах, стволах и замерах;

#### **Требования к формированию выходных данных**

Выходными данными являются графическое представление замеров стволов, а так же графическое представление расстояний между стволами.

#### **Требования к реализуемым методам решения**

Методы решения, используемые в работе программы, должны быть эффективными и высокопроизводительными, позволять получать верный результат за приемлемое время, а также контролировать случаи возникновения некорректной работы.

#### **Требования к исходным кодам и языкам программирования**

Система должна быть написана на языке C++ и иметь удобный графический интерфейс.

#### **Состав и требования к программной документации**

В состав программной документации должны входить:

- техническое задание;
- руководство программиста;
- руководство пользователя.

### **Руководство программиста**

#### **Назначение и условия применения программы**

Приложение для расчета и предупреждения пересечения стволов нефтяных скважин. Программный продукт должен работать на любых ПК с x86-совместимым процессором с частотой 1ГГц и выше, оперативной памятью не менее 512мб и доступным дисковым пространством минимум 200Мб, работающий под управлением ОС Windows 7 или ОС на базе ядра Linux.

#### **Структура программы**

Программа написана с использованием архитектурного подхода MVC и состоит из набора классов. Один сpp файл содержит только один класс, каждый сpp файл имеет соответствующий одноименный h файл. Файлы исходных кодов сгруппированы в следующие поддиректории:

- корень проекта - содержит классы основных окон, виджеты для визуализации данных и некоторые вспомогательные классы;
- delegates - т.н. делегаты, классы, отвечающие за отображение данных в ячейках таблиц и списков;
- dialogs - классы, отвечающие за логику работы диалоговых окон;
- entities - классы, описывающие базовые структуры данных, вроде Подрядчика или Месторождения;
- import\_wizard - классы, отвечающие за логику мастера импорта данных;
- log - классы, отвечающие за логику журналов;
- menus - классы, отвечающие за различные контекстные меню;
- mixins - вспомогательные классы, от которых наследуются некоторые классы приложения;
- models - модели данных, большая часть из них описывает таблицы БД;
- views - классы, отвечающие за отображение моделей;

Программа хранит свои настройки с использованием абстракции над стандартной системой хранения настроек для текущей платформы: для Windows это реестр, для Linux-систем - это текстовый файл `./config/SPT/Collisions.conf`.

БД продукта представляет собой файл `db.sqlite`, он может быть прочитан и отредактирован любой, поддерживающей формат `sqlite` утилитой.

#### **Сообщения программисту**

В программе не предусмотрен вывод сообщений специально для программиста, однако в ходе работы программы могут появиться общие сообщения программы.

### **Руководство пользователя**

#### **Назначение и условия применения программы**

Приложение для расчета и предупреждения пересечения стволов нефтяных скважин. Использование программой не требует специальной квалифицированной подготовки.

#### **Условия применения программы**

Программный продукт должен работать на любых ПК с x86-совместимым процессором с частотой 1ГГц и выше, оперативной памятью не менее 512мб и доступным дисковым пространством минимум 200Мб, работающий под управлением ОС Windows 7 или ОС на базе ядра Linux.

#### **Требования к квалификации пользователя программы**

- знакомство с любой из поддерживаемых ОС
- знакомство с руководством пользователя
- знакомство с руководством пользователя

#### **Установка программы**

Копировать директорию с ПП на компьютер, при необходимости создать на рабочем столе(зависит от ОС)

#### **Запуск программы**

Для запуска программы необходимо исполнить бинарный файл `Collisions`(или `Collisions.exe` для ОС Windows)

#### **Интерфейс программы**

После запуска программы открывается главное окно программы( Рис.4 )

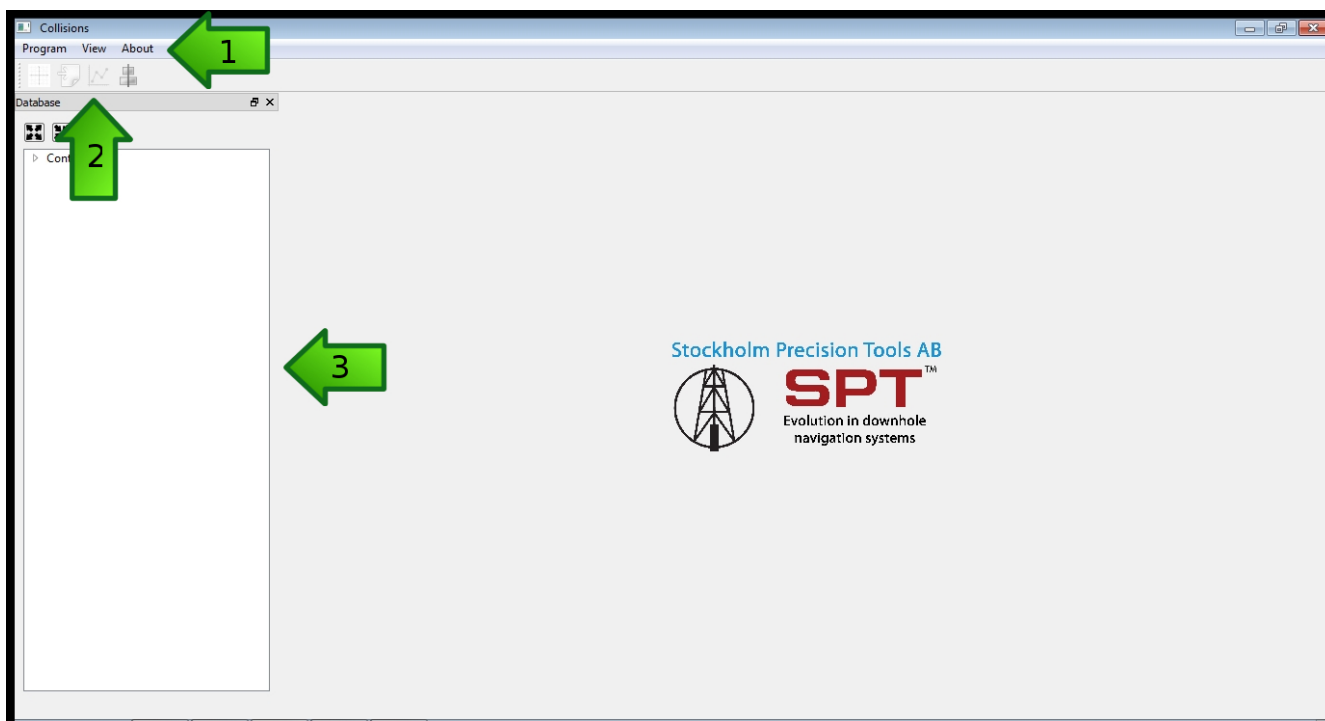


Рис. 4: Главное окно программы: (1) главное меню программы (2) панель инструментов (3) панель дерева базы данных

Для добавления подрядчика в базу необходимо воспользоваться пунктом меню Program->Add contractor (Программа->Добавить подрядчика)( Рис.5 )

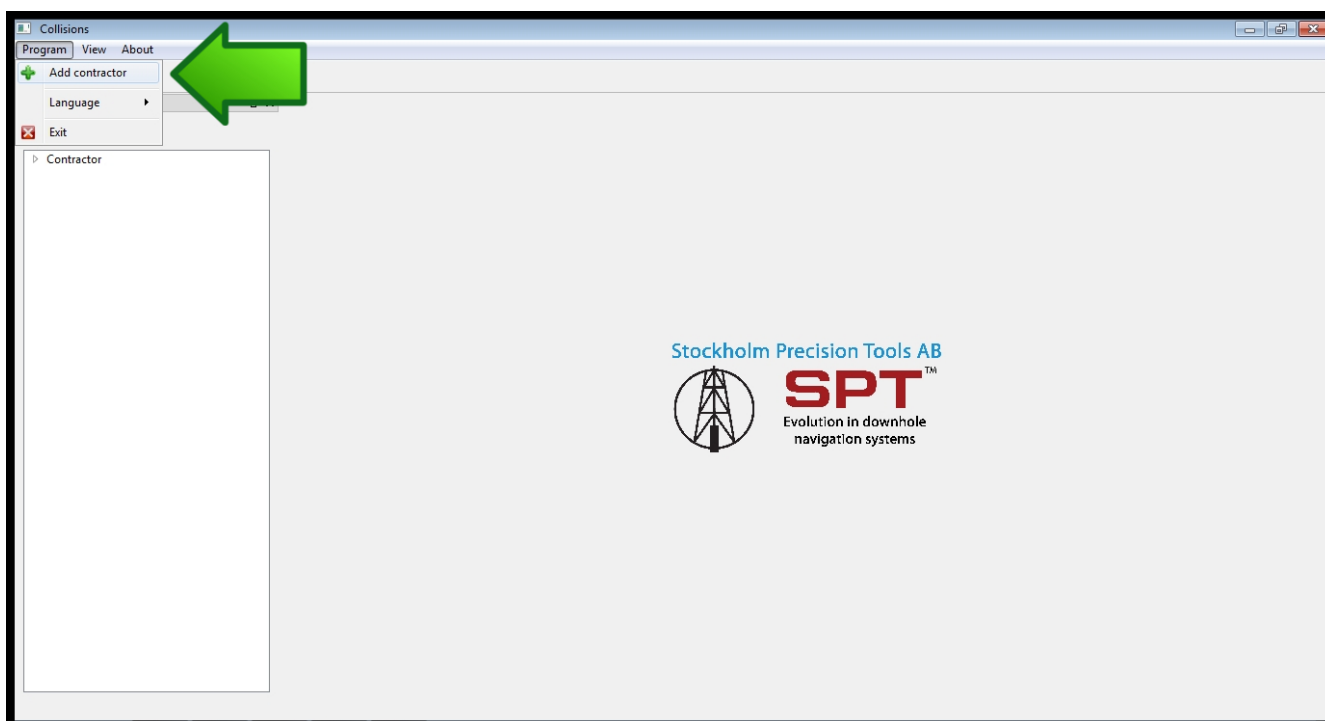


Рис. 5: Меню добавления нового подрядчика

В появившемся диалоге ввести название/имя подрядчика, и, при необходимости, комментарий(

Рис.6 )

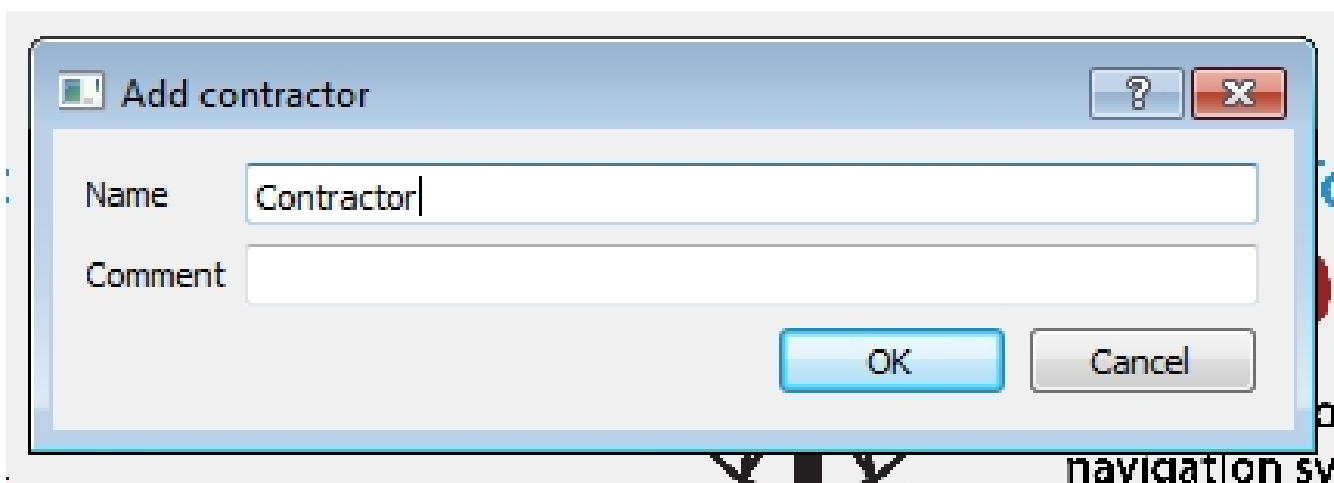


Рис. 6: Диалог добавления нового подрядчика

После нажатия Ok Подрядчик будет добавлен в базу( Рис.7 )

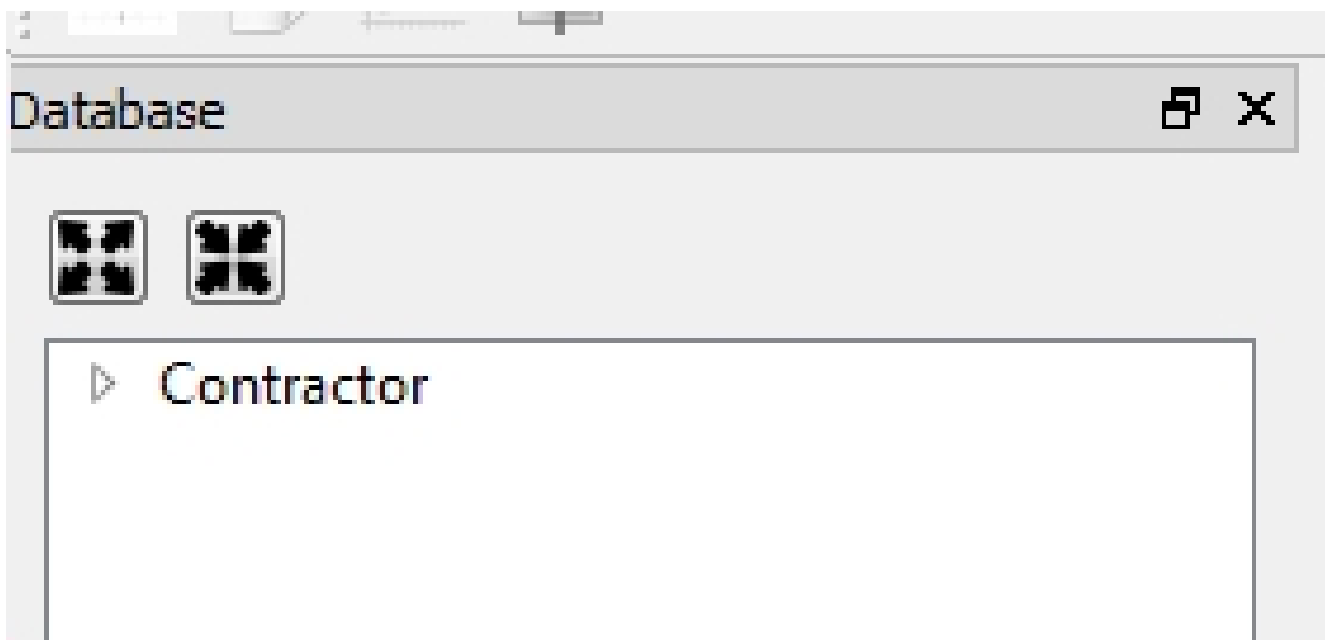


Рис. 7: Созданный подрядчик

Другие элементы добавляются в базу отличным от подрядчика методом. Для добавления элемента необходимо кликнуть по его родителю (для заказчика это подрядчик, для месторождения - заказчик и т.д) в дереве базы и в открывшейся справа таблице нажать Insert. В таблице появится пустая строка для добавления нового элемента, первое поле строки будет активно для редактирования ( Рис.8 и Рис.9 )

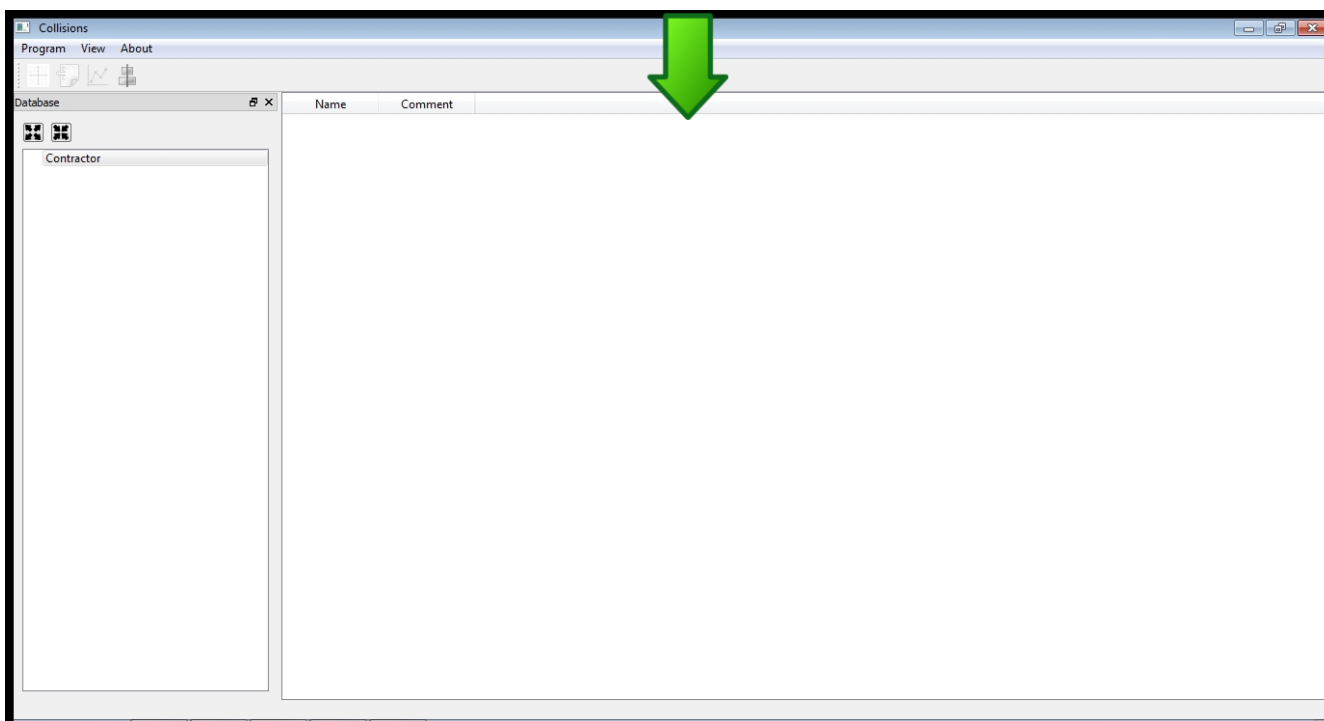


Рис. 8: Таблица для редактирования и просмотра содержимого элемента базы

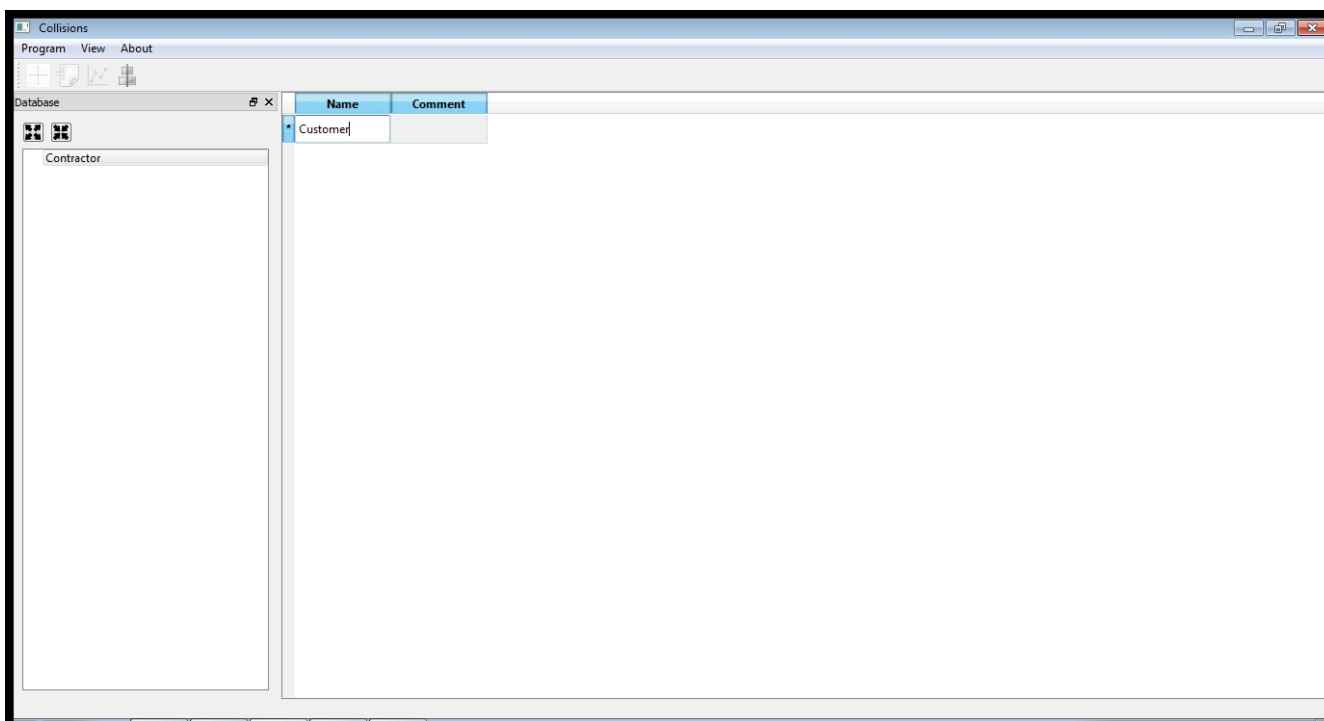


Рис. 9: Добавление нового элемента в таблицу

Для перемещения между полями новой строки необходимо использовать Tab, для сохранения элемента в базе - Enter. Все остальные элементы (Месторождения, кусты, скважины, стволы, замеры и точки замера) добавляются аналогично. См. изображения ( Рис.10 , Рис.11 и Рис.9 )

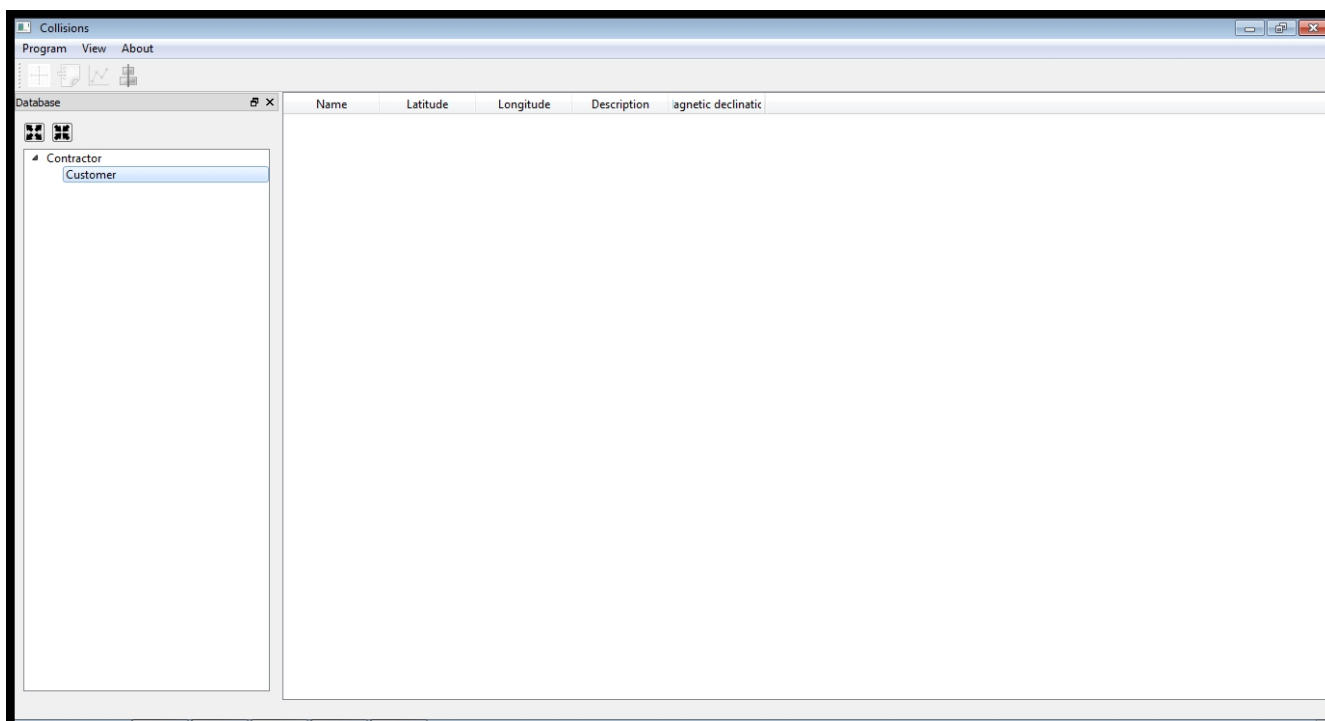


Рис. 10: Таблица месторождений

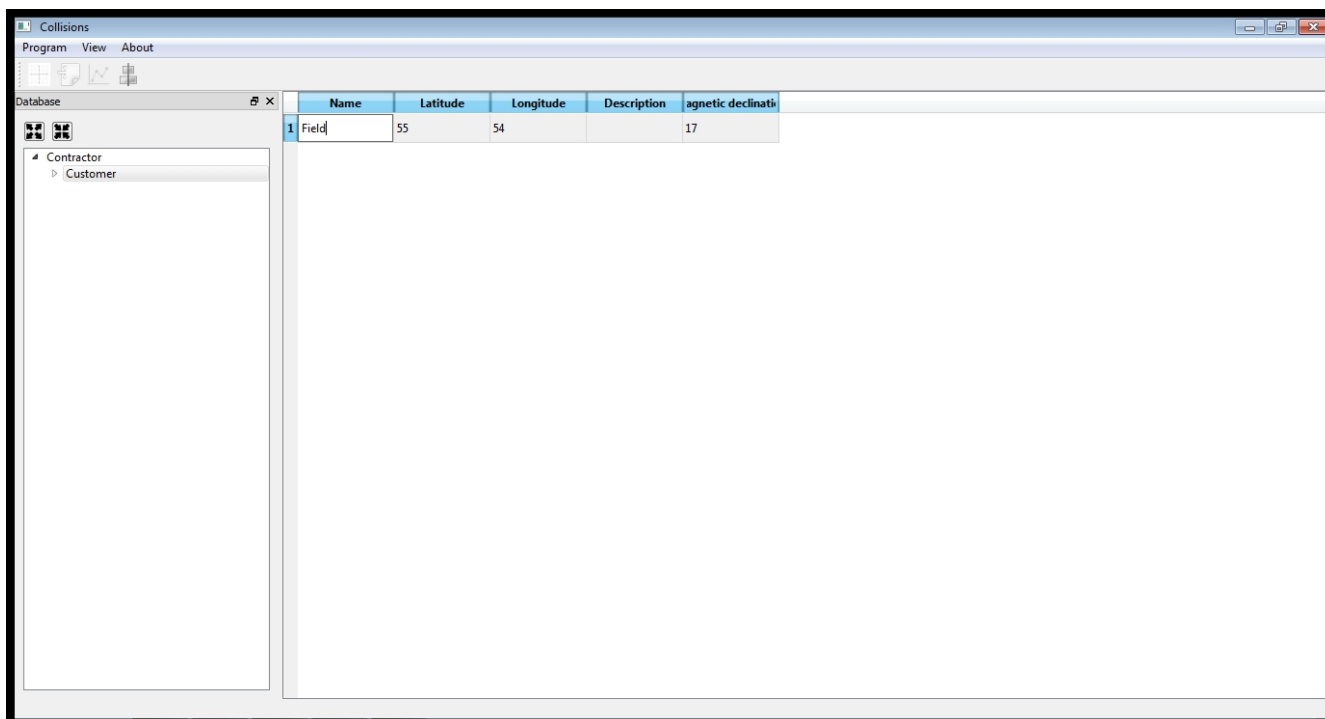


Рис. 11: Добавление месторождения

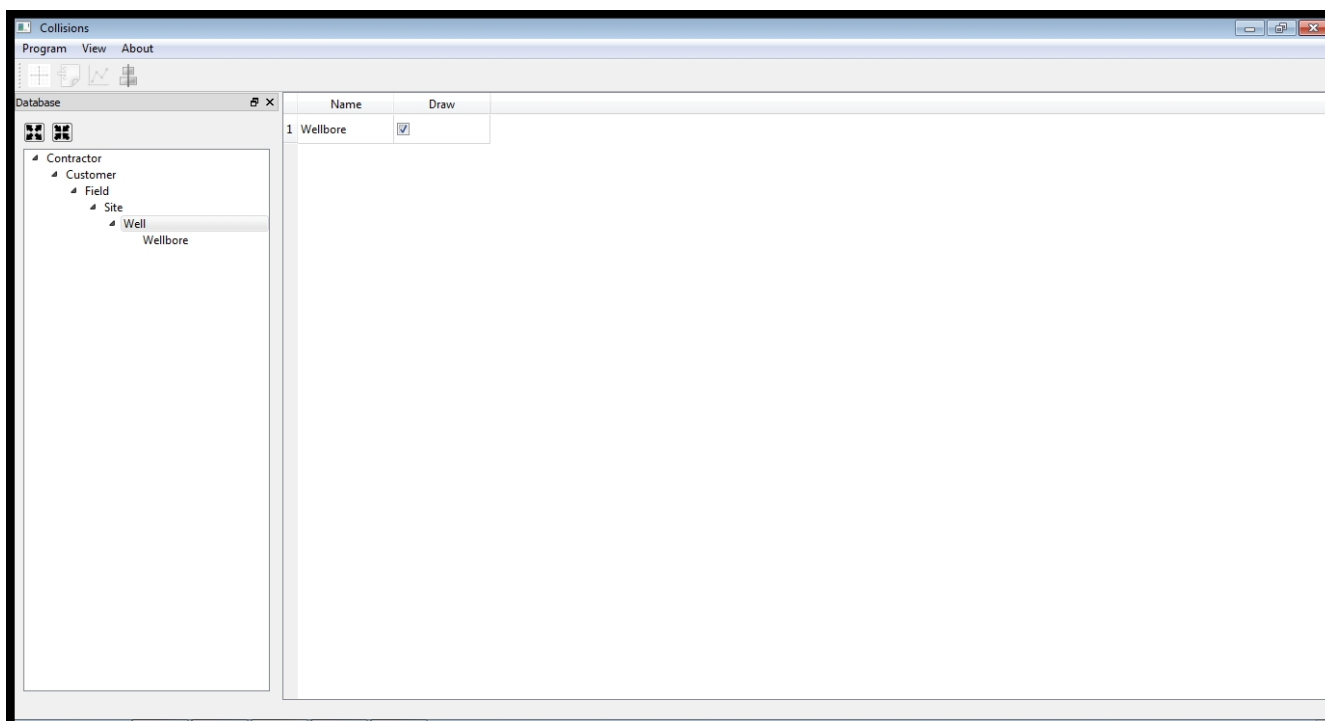


Рис. 12: Таблица стволов

Программа поддерживает импорт замеров из буфера обмена и некоторых форматов текстовых файлов(например, csv). Для импортирования замера необходимо выбрать ствол в дереве базы и нажать на кнопку Import(Импорт) на панели инструментов. ( Рис.13 )



Рис. 13: Кнопка импорта

После нажатия появится мастер импорта замера( Рис.14 )



Рис. 14: Мастер импорта замера: (1,2) источник импорта, файл или буфер обмена (3) название замера (4) дата создания замера (4) символ, используемых для разделения столбцов(для CSV это обычно запятая или точка с запятой, для буфера обмена - символ табуляции)

При импорте из файла необходимо ввести путь к файлу в соответствующее поле или нажать на кнопку "...". При нажатии на нее откроется стандартный диалог выбора файлов. После выбора файла(если импорт происходит не из буфера обмена) и заполнения остальных полей формы можно перейти на следующую страницу мастера, это делается кнопкой Next(Далее). На следующей странице необходимо выбрать те столбцы и строки, которых содержат необходимы данные. Для импорта замеров необходимы: измеренная глубина, зенит и азимут. Выделить данные в таблице можно зажав правую кнопку мыши и потянув курсор в нужную сторону. (Рис.15 и Рис.16)

Import wizard

### Data

Select the items with data

	1	2	3	4	5	6	7
25	18.08.2012 13:5...	30,0	0,21	199,48	112,96	97,40	97,40
26	18.08.2012 13:5...	40,0	0,19	145,04	142,59	127,03	127,03
27	18.08.2012 13:4...	50,0	0,30	110,47	169,68	154,12	154,12
28	18.08.2012 13:4...	60,0	0,17	0,45	254,74	239,18	239,18
29	18.08.2012 13:3...	70,0	0,39	321,84	263,49	247,93	247,93
30	18.08.2012 13:3...	80,0	0,59	313,88	256,75	241,19	241,19
31	18.08.2012 13:2...	90,0	0,68	296,41	258,80	243,24	243,24
32	18.08.2012 13:2...	100,0	0,46	274,49	262,69	247,13	247,13
33	18.08.2012 13:1...	110,0	0,62	260,57	255,83	240,27	240,27
34	18.08.2012 13:1...	120,0	0,70	235,18	253,33	237,77	237,77
35	18.08.2012 13:1...	130,0	0,46	203,64	259,35	243,79	243,79
36	18.08.2012 13:0...	140,0	0,35	175,59	269,65	254,09	254,09
37	18.08.2012 13:0...	150,0	0,27	47,69	5,90	350,34	350,34

Next Cancel

Рис. 15: Страница с данными

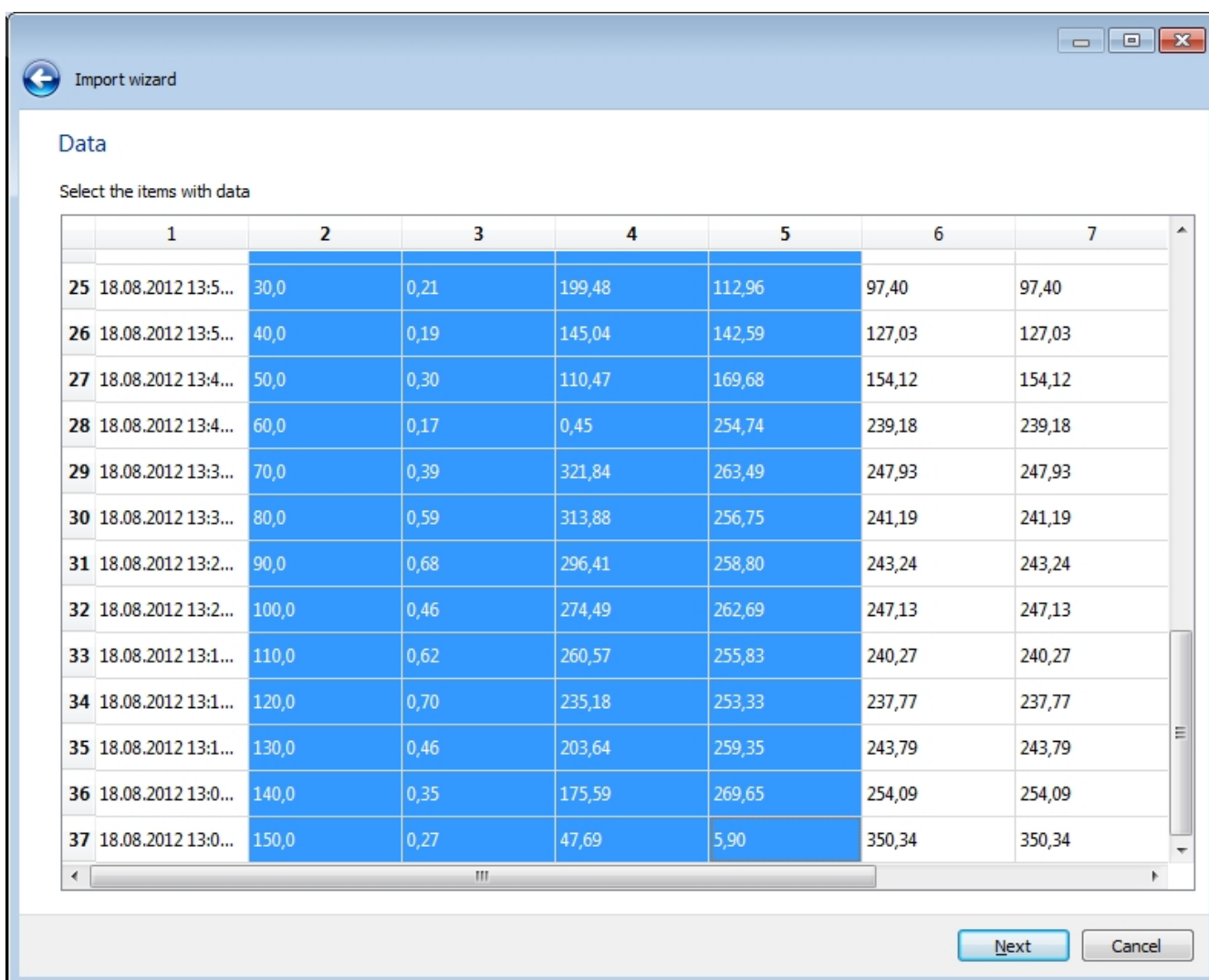


Рис. 16: Выбор элементов с данными

После выделения элементов с данными можно переходить на следующую страницу мастера.( Рис.17 )

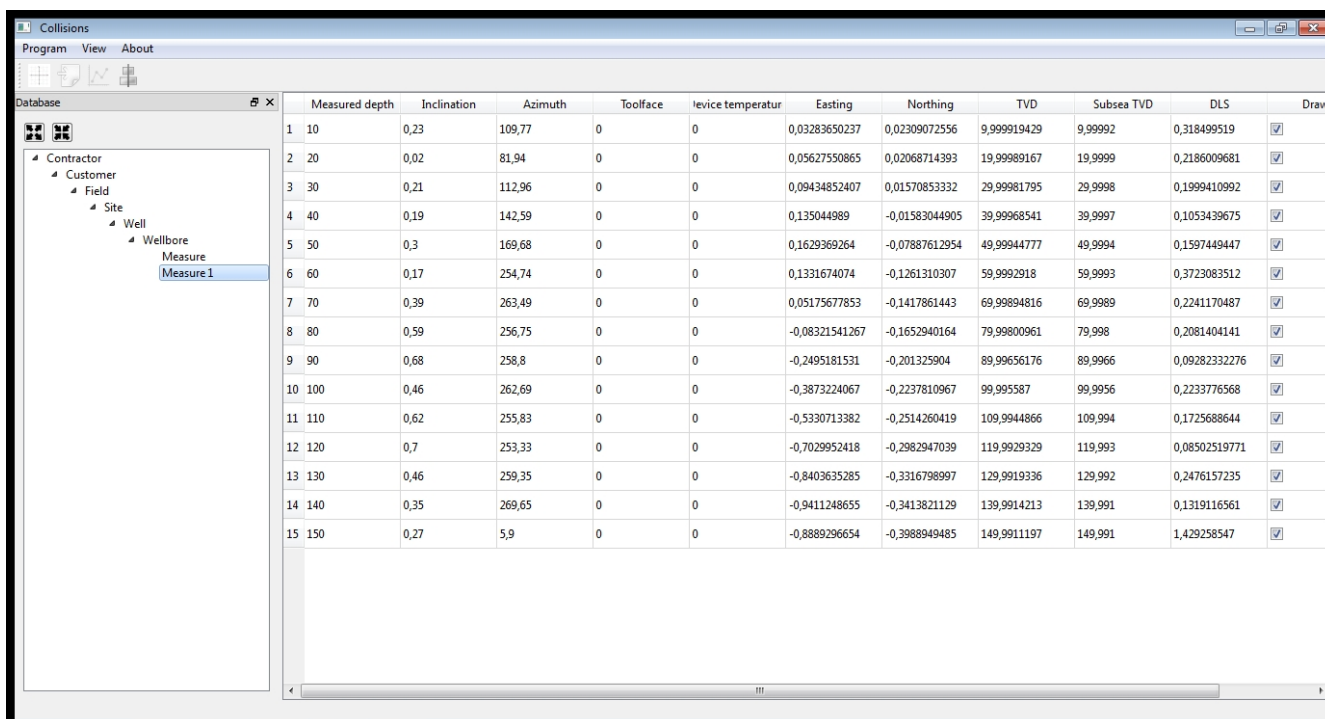
Import wizard

	Measured depth	Column 1	Incination	Column 2	Azimuth	Column 4
		1	2	3	4	
1	10		0.23	233.74	109.77	
2	20		0.02	247.04	81.94	
3	30		0.21	199.48	112.96	
4	40		0.19	145.04	142.59	
5	50		0.3	110.47	169.68	
6	60		0.17	0.45	254.74	
7	70		0.39	321.84	263.49	
8	80		0.59	313.88	256.75	
9	90		0.68	296.41	258.8	
10	100		0.46	274.49	262.69	
11	110		0.62	260.57	255.83	
12	120		0.7	235.18	253.33	
13	130		0.46	203.64	259.35	
14	140		0.35	175.59	269.65	
15	150		0.27	47.69	5.9	

Finish Cancel

Рис. 17: Страница выбора столбцов с данными

На этой странице необходимо выбрать какие столбцы содержат нужные данные (глубину, зенит и азимут). В выпадающих списках сверху диалога нужно выбрать соответствующие номера столбцов. После нажатия кнопки Finish (Завершить) в базу будут добавлен замер и соответствующие точки (Рис. 18)



	Measured depth	Inclination	Azimuth	Toolface	Device temperature	Easting	Northing	TVD	Subsea TVD	DLS	Draw
1	10	0,23	109,77	0	0	0,03283650237	0,02309072556	9,999919429	9,99992	0,318499519	<input checked="" type="checkbox"/>
2	20	0,02	81,94	0	0	0,05627550865	0,02068714393	19,99989167	19,9999	0,2186009681	<input checked="" type="checkbox"/>
3	30	0,21	112,96	0	0	0,09434852407	0,01570853332	29,99981795	29,9998	0,1999410992	<input checked="" type="checkbox"/>
4	40	0,19	142,59	0	0	0,135044989	-0,01583044905	39,99968541	39,9997	0,1053439675	<input checked="" type="checkbox"/>
5	50	0,3	169,68	0	0	0,1629369264	-0,07887612954	49,99944777	49,9994	0,1597449447	<input checked="" type="checkbox"/>
6	60	0,17	254,74	0	0	0,1331674074	-0,1261310307	59,9992918	59,9993	0,3723083512	<input checked="" type="checkbox"/>
7	70	0,39	263,49	0	0	0,05175677853	-0,1417861443	69,99894816	69,9989	0,2241170487	<input checked="" type="checkbox"/>
8	80	0,59	256,75	0	0	-0,08321541267	-0,1652940164	79,99800961	79,998	0,2081404141	<input checked="" type="checkbox"/>
9	90	0,68	258,8	0	0	-0,2495181531	-0,201325904	89,99656176	89,9966	0,09282332276	<input checked="" type="checkbox"/>
10	100	0,46	262,69	0	0	-0,3873224067	-0,2237810967	99,995587	99,9956	0,2233776568	<input checked="" type="checkbox"/>
11	110	0,62	255,83	0	0	-0,5330713382	-0,2514260419	109,9944866	109,994	0,1725688644	<input checked="" type="checkbox"/>
12	120	0,7	253,33	0	0	-0,7029952418	-0,2982947039	119,9929329	119,993	0,08502519771	<input checked="" type="checkbox"/>
13	130	0,46	259,35	0	0	-0,8403635285	-0,3316798997	129,9919336	129,992	0,2476157235	<input checked="" type="checkbox"/>
14	140	0,35	269,65	0	0	-0,9411248655	-0,3413821129	139,9914213	139,991	0,1319116561	<input checked="" type="checkbox"/>
15	150	0,27	5,9	0	0	-0,8889296654	-0,3988949485	149,9911197	149,991	1,429258547	<input checked="" type="checkbox"/>

Рис. 18: Импортированный замер

Для создания усредненного замера ствола нужно воспользоваться кнопкой Create average(Создать усредненный) на панели инструментов



Рис. 19: Кнопка добавления усредненного замера

После нажатия в базу будет добавлен усредненный замер с именем <Имя ствола>-average. Если замер у ствола был один, то он продублируется.

Проектные замеры необходимы, чтобы для каждого ствола можно было индивидуально задать минимально и максимально допустимые расстояния. В случае, если проектный замер для ствола задан, будут использоваться его настройки, иначе - указанные в настройках.

Приложение Collisions позволяет визуализировать отдельные замеры, скважины и кусты, для отображение графика элемента нужно использовать кнопку Plot(График) на панели инструментов ( Рис.20 )



Рис. 20: Кнопка просмотра графика

После нажатия кнопки появится диалог просмотра ( Рис.21 )

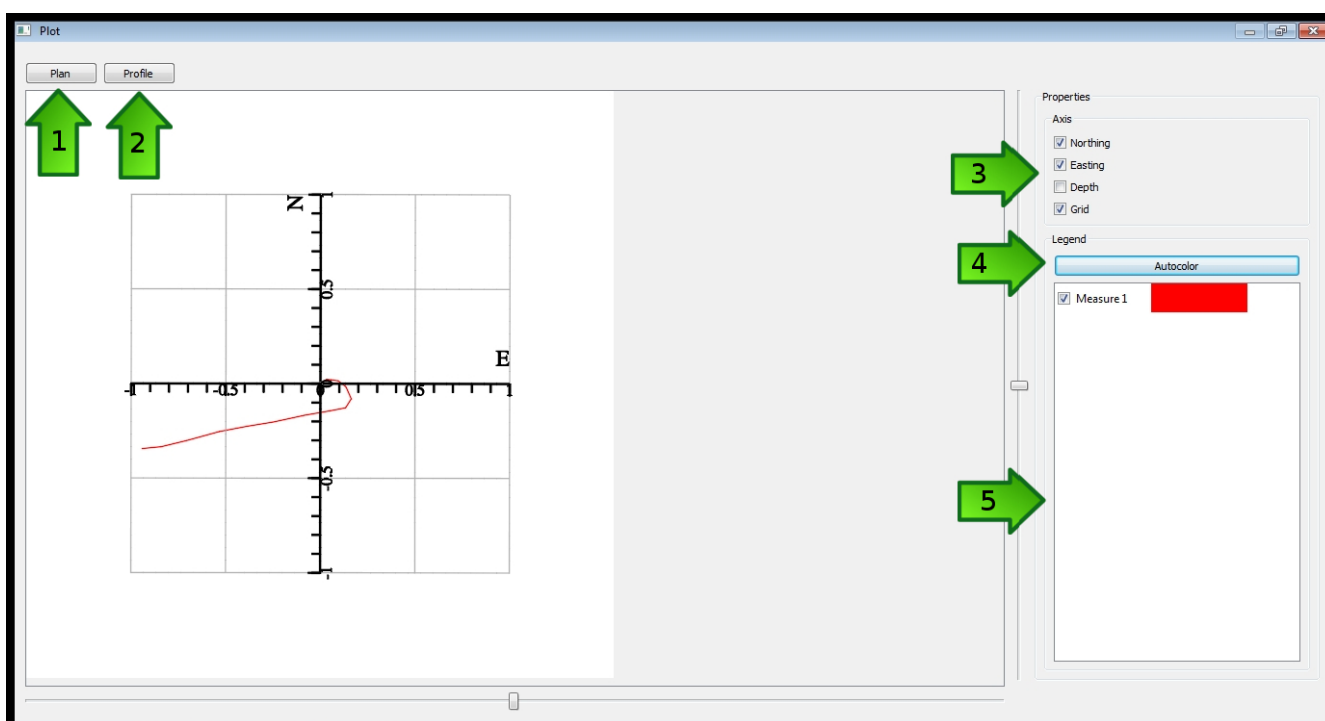


Рис. 21: Диалог просмотра графиков: (1) просмотр плана (2) просмотр профиля (3) управление отображением графика(показ/скрытие осей и сетки) (4) автоматическая раскраска графиков (5) - легенда, настройки цвета и отображение графиков.

В открывшемся диалоге будут изображены:

- Для замера - его графики
- Для ствола - все его замеры
- Для скважины - усредненные замеры всех ее стволов
- Для куста - все его скважины

Диалог настроек позволяет настроить значения по-умолчанию для минимально и максимально допустимого расстояния между стволами. ( Рис.22 )

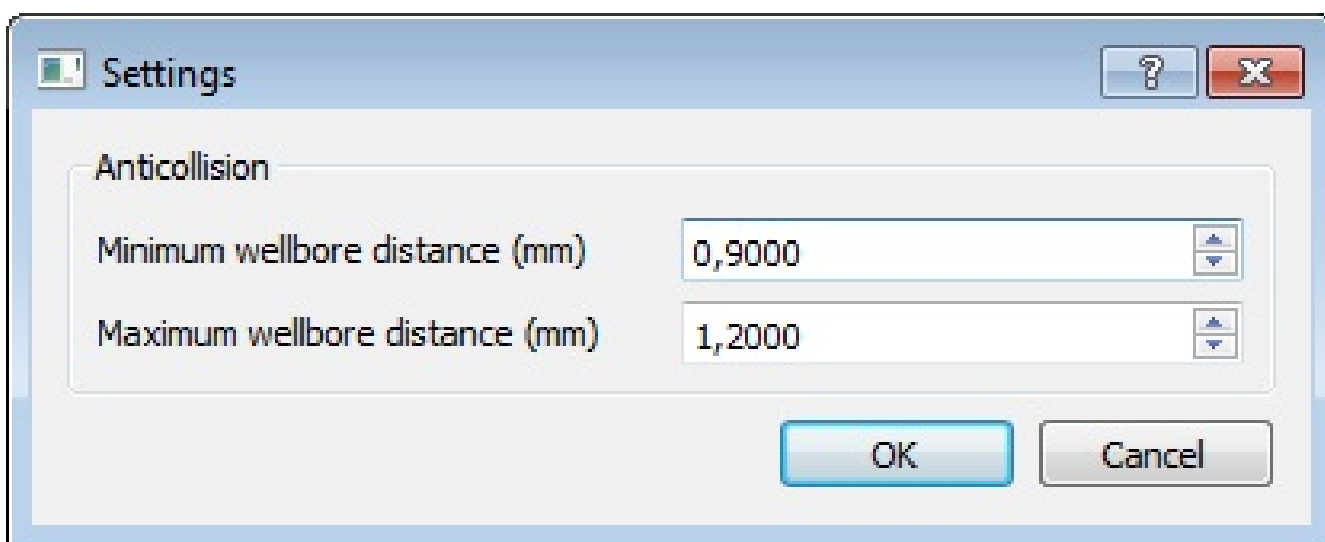


Рис. 22: Диалог настроек

Для просмотра графика расстояний между стволами нужно выбрать куст в дереве базы и воспользоваться кнопкой Anticollision(Предупреждение пересечения стволов) на панели инструментов. В открывшемся диалоге необходимо выбрать ствол, который будет принят за основной, а так же указать с какими стволами будут рассчитываться расстояния

Для просмотра графика расстояний между стволами нужно выбрать куст в дереве базы и воспользоваться кнопкой Anticollision(Предупреждение пересечения стволов) на панели инструментов. В открывшемся диалоге необходимо выбрать ствол, который будет принят за основной, а так же указать с какими стволами будут рассчитываться расстояния ( Рис.23 )

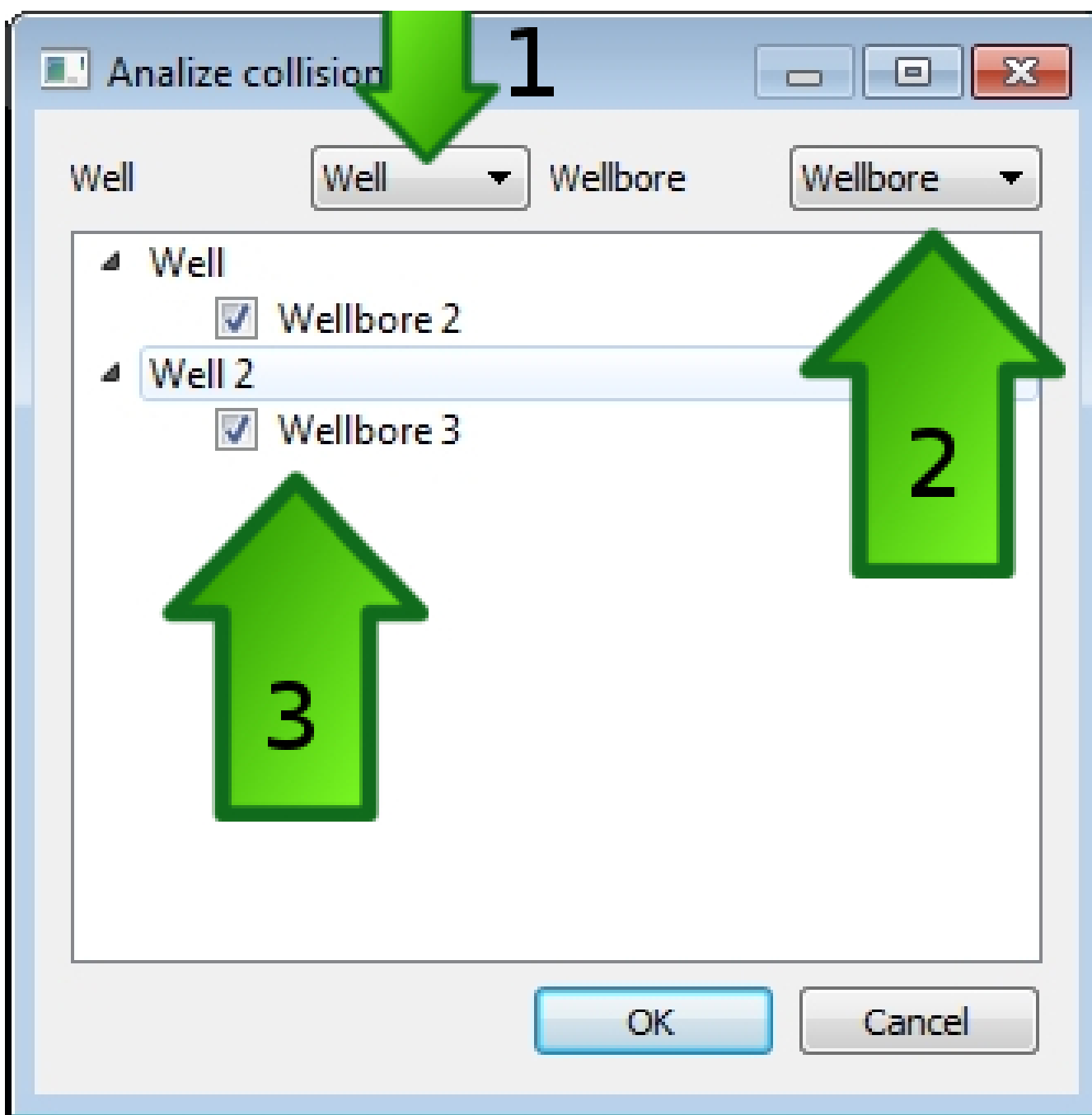


Рис. 23: Диалог настроек процесса предупреждение пересечения стволов: (1) выбор базовой скважины (2) выбор базового ствола (3) дерево стволов для отображения

После нажатия Ok откроется диалог с графиком расстояний. Зеленой зоной выделено расстояние между минимально и максимально допустимыми расстояниями. ( Рис.24 )



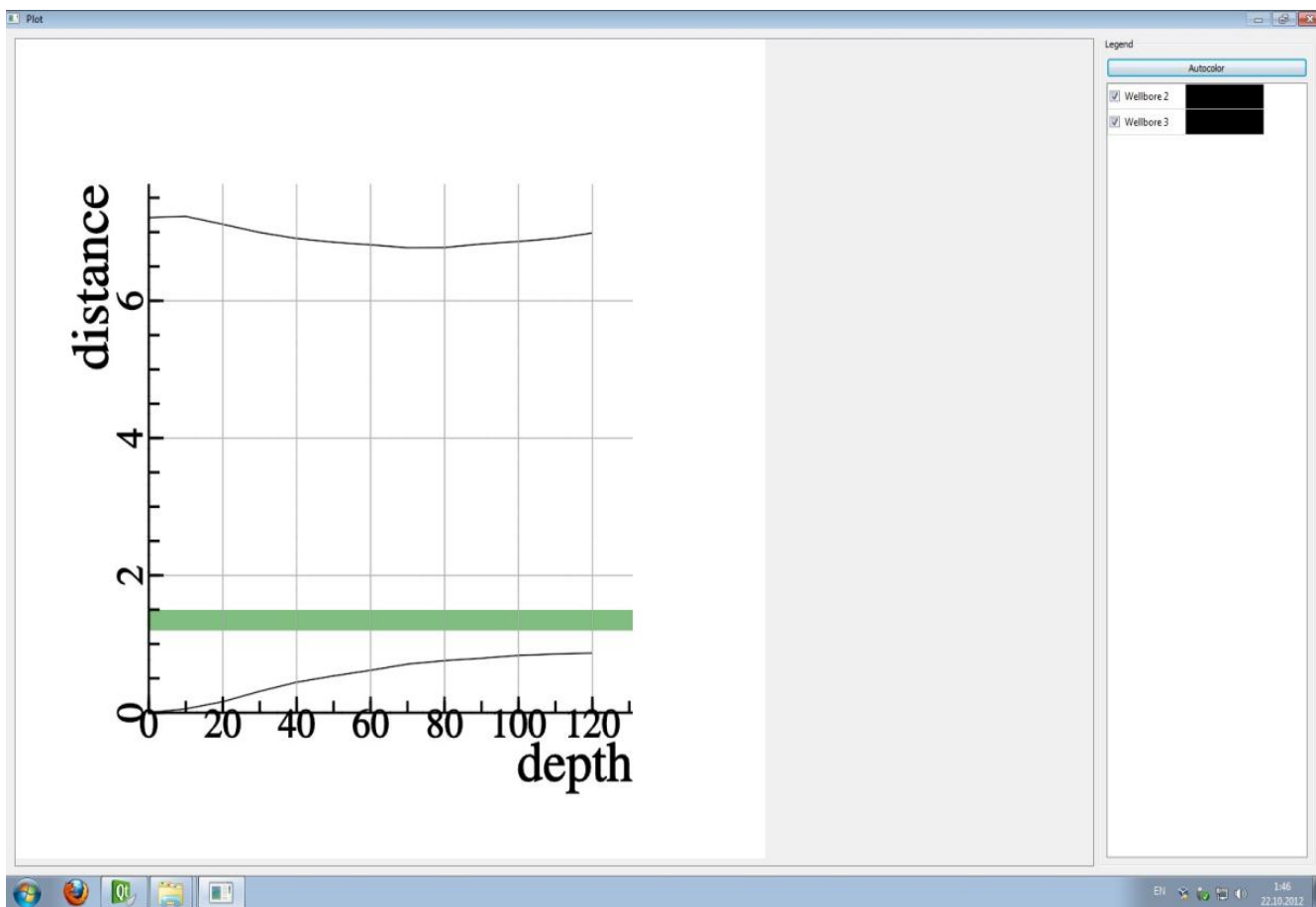


Рис. 24: Диалог графика предупреждения пересечения стволов

Для каждого ствола скважины можно задать координаты устья либо выбрать точку из соседних стволов этой же скважины. Окно свойств вызывается из контекстного меню ствола в дереве базы данных ( Рис.25 , Рис.26 и Рис.27 )

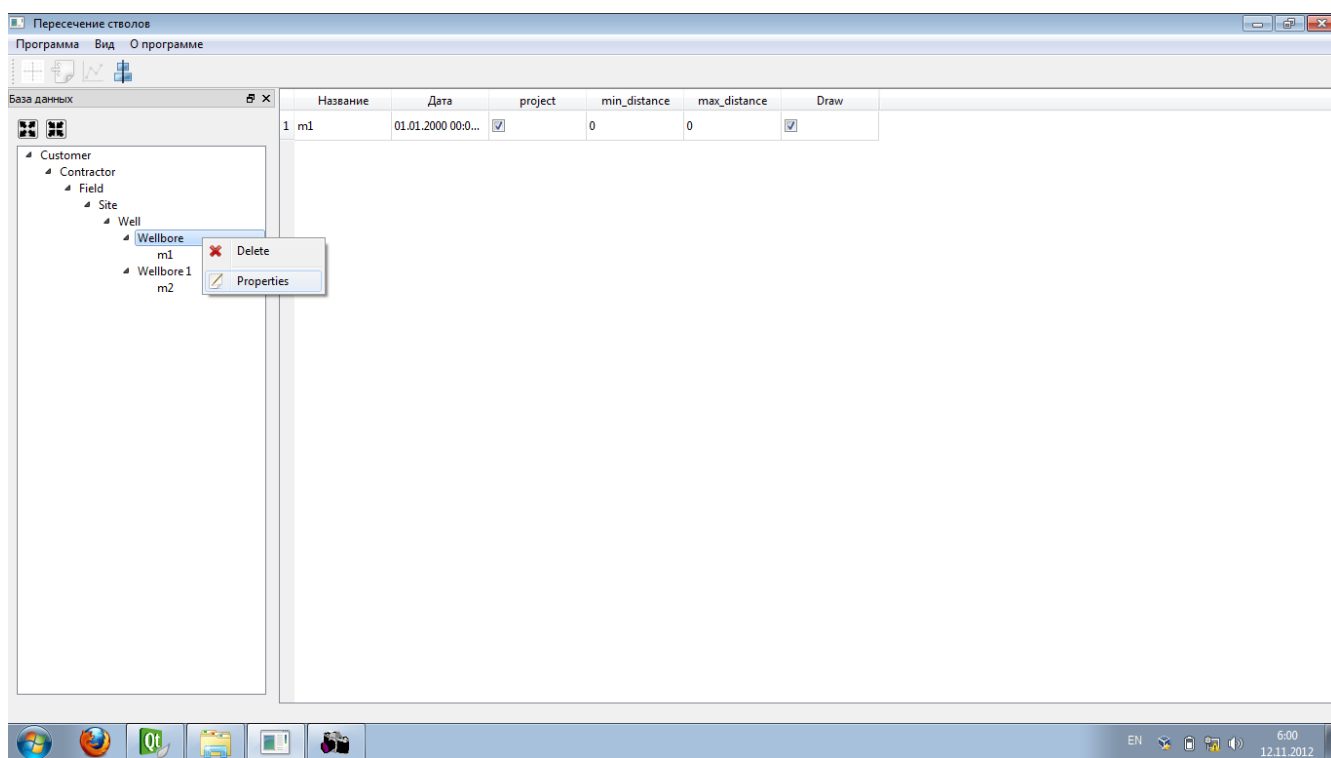


Рис. 25: Меню свойств ствола

The image shows a software window titled "Wellbore properties". It contains a "Head" section with two radio buttons: "Manual" (selected) and "Point of other wellbore". Under the "Manual" option, there are six input fields with spinners: MD (40,0000), Inclination (0,0000), Azimuth (0,0000), Easting (0,0000), Northing (0,0000), and TVD (40,0000). Below these is an empty dropdown menu. At the bottom right are "OK" and "Отмена" buttons.

Parameter	Value
MD	40,0000
Inclination	0,0000
Azimuth	0,0000
Easting	0,0000
Northing	0,0000
TVD	40,0000

Рис. 26: Установка устья ствола вручную

**Wellbore properties**

**Head**

☐ Manual

MD: 40,0000

Inclination: 0,0000

Azimuth: 0,0000

Easting: 0,0000

Northing: 0,0000

TVD: 40,0000

☒ Point of other wellbore

m2: 40  
m2: 10  
m2: 20  
m2: 30  
m2: 40

OK Отмена

Рис. 27: Установка устья ствола из соседнего ствола той же скважины