



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

---

Кафедра «Бурение нефтяных и газовых скважин»

# **МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И АЛГОРИТМЫ РАСЧЕТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СТАНЦИИ ГТИ**

Методические указания

Методическое указание разработано и напечатано в рамках  
выполнения проекта при финансовой поддержке компании ТНК-ВР

Самара  
Самарский государственный технический университет  
2010

Печатается по решению методического совета нефтетехнологического факультета Самарского государственного технического университета.

УДК 622.245

**Метрологическое обеспечение и алгоритмы расчета технологических параметров станции ГТИ:** методические указания к выполнению лабораторной работы для студентов специальности 130504 / Сост. *И.В. Доровских, В.В. Живаева, С.В. Воробьев.* – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2010. – 22 с.: ил.

Рассматриваются вопросы, связанные с метрологическим обеспечением и алгоритмами расчета технологических параметров станции геолого-технологической информации. Методические указания рассчитаны на студентов специальности 130504.

Авторский коллектив выражает благодарность компании ТНК-ВР за материальную поддержку, а так же сотрудникам РГУ нефти и газа им. Губкина Кульчицкому В.В., Архипову А.В. за помощь в разработке и написании методического указания.

Отдельную благодарность авторский коллектив выражает сотрудникам ЗАО НПП «Самарские горизонты» в лице директора Григашкина Г.А.

Рецензент д-р физ.-мат. наук, профессор *А.М. Штеренберг*

УДК 622.245

© И.В. Доровских, В.В. Живаева,  
С.В. Воробьев, составление, 2010  
© Самарский государственный  
технический университет, 2010

# **МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И АЛГОРИТМЫ РАСЧЕТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СТАНЦИИ ГТИ**

## **Цель работы**

Цель работы – изучение метрологического обеспечения, порядка проведения тарировки датчиков на буровой, алгоритмов расчета технологических параметров станции ГТИ.

## **Теоретическая часть**

Станция ГТИ является специализированной информационно-измерительной системой, поэтому большое значение при ее разработке и эксплуатации должно уделяться метрологическому обеспечению. Грамотный специалист ГТИ должен понимать алгоритмы получения и интерпретации измерительной информации. Неправильный монтаж, настройка и обслуживание измерительной аппаратуры может привести к получению недостоверных показаний, и как следствие – работа всей станции ГТИ будет нецелесообразна.

Метрология – это наука об измерениях, их единстве, методах и средствах обеспечения требуемой точности. Согласно ГОСТу измерение – это процесс получения информации, заключающийся в сравнении опытным путём измеряемых и известных величин, а также выполнение логических операций, необходимых для представления результата в понятной форме. Любой измерительный процесс представляет собой последовательность измерительных преобразований от восприятия физической величины до формирования ее числового значения в той или иной форме. Датчик (или измерительный преобразователь) представляет собой устройство, которое преобразует измеряемую величину в стандартный выходной электрический сигнал. Этот сигнал в дальнейшем поступает в аппаратуру, выполняющую функцию обработки (усиление, оцифровка и т.д.). В итоге программное обеспечение, установленное на компьютере, получает код от датчика, соответствующий определенному значению измеряемой физической величины. Однако для оператора станции ГТИ данная кодировка не несет никакой информационной нагрузки. Поэтому перед началом работы необходимо провести калибровку по месту установки (тарировку) всех датчиков. Иными словами требуется установить функцию преобразования и построить градуировочную зависимость. Обязанность по проведению тарировки датчиков станции лежит на плечах оператора ГТИ.

Еще одной особенностью работы станции ГТИ является то, что объектом измерения в данном случае является достаточно сложный технологический процесс бурения. Должна учитываться вся совокупность физических явлений и действия персонала, задействованного в ходе строительства скважины. Оператор станции ГТИ обязан хорошо разбираться в устройстве и работе бурового оборудования. Знание того, что влияет на измерение, какие функциональные зависимости лежат в основе алгоритмов получения значений технологических параметров позволяют ему правильно интерпретировать регистрируемые данные и находить возможные неисправности в работе аппаратной и программной частей станции ГТИ.

## **Порядок выполнения работы**

### *Тарировка датчика уровня*

Работа датчика уровня основана на измерении расстояния от датчика до верхнего уровня жидкости. По этой причине в качестве образцового прибора используется инструмент для измерения расстояния – рулетка.

Последовательность действий (п.8-10 выполнить дома):

- 1) Запустить станцию, компьютеры и проверить работоспособность станции. Для этого:
  - запустить программу "Волга-Драйвер" (руководство пользователя см. Приложение). В меню, открываемом по щелчку правой кнопкой мыши по значку программы в трейе, выбрать пункт "Запуск";
  - если значок программы "Волга-Драйвер" горит жёлтым, следует сделать несколько оборотов датчика оборотов лебёдки. Убедиться, что значок программы горит зелёным;
  - в меню, открываемом по щелчку правой кнопкой мыши по значку программы в трейе, выбрать пункт "Стоп".
- 2) Выбрать пункт меню "Тарировка датчиков".
- 3) Нажатием в появившемся окне на стрелки-указатели выбрать датчик уровня №1.
- 4) Изменяя положение датчика, убедиться в том, что изменяются показания в окошке "Код датчика".
- 5) Расположить рулетку на столе перпендикулярно стене так, чтобы нулевой отсчёт находился на уровне стены, отсчёт 1 мм – на расстоянии 1 мм от стены и т.д. Зафиксировать рулетку на столе.
- 6) Установить датчик на подставке так, чтобы ультразвуковая волна распространялась параллельно столу. Схема тарировки датчика показана на рисунке 1.

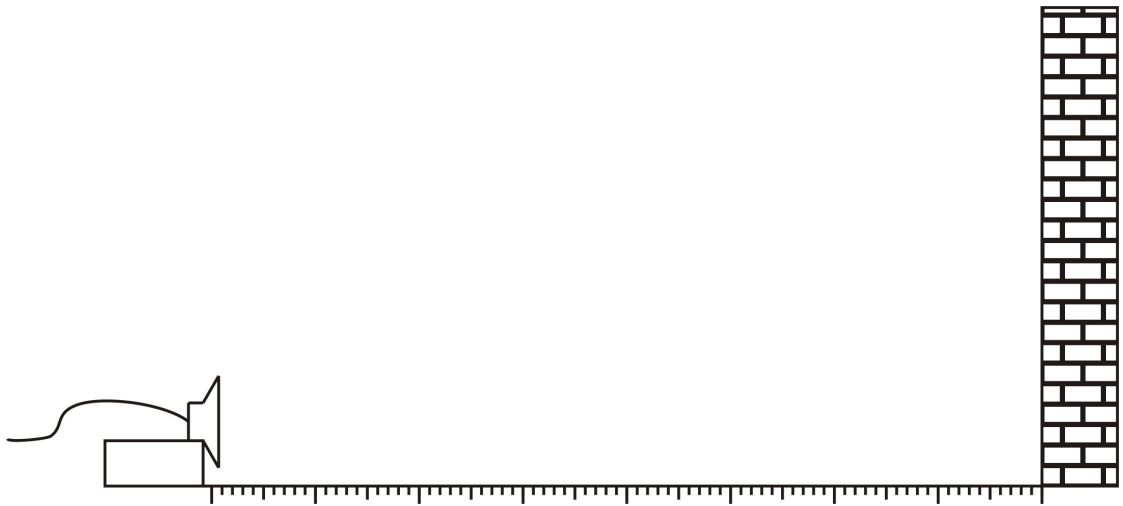


Рис. 1. Схема тарировки датчика уровня

- 7) Снять показания датчика, расположив его на расстоянии 100мм от стены и сдвигая его на 100мм после каждого измерения. Максимальное расстояние для измерения – 2,5м. Расстояние от стены и соответствующее ему показание следует записать. Выполнить измерения трижды.
- 8) Приняв за истинное значение по трём опытам значение кода датчика, построить график зависимости относительной погрешности от расстояния между датчиком и стеной.  
 Абсолютная погрешность:  
 $\Delta = X - Q$ , где  $X$  – измеренное значение,  $Q$  – действительное значение (определяется как среднееарифметическое между показаниями трех опытов).  
 Относительная погрешность:  
 $\gamma = |(\Delta / Q) * 100\%|$
- 9) По полученным данным построить градуировочную зависимость (зависимость расстояния до стены от кода датчика).
- 10) Построить зависимость объёма жидкости ( $V$ ) от кода датчика для резервуаров различной формы, показанных на рисунке 2.

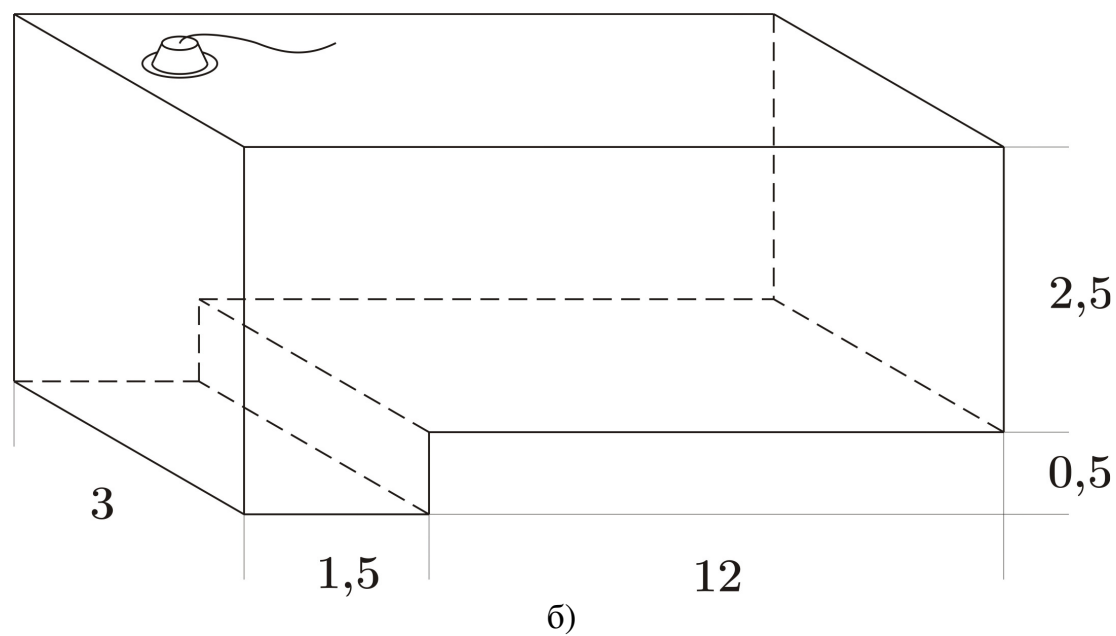
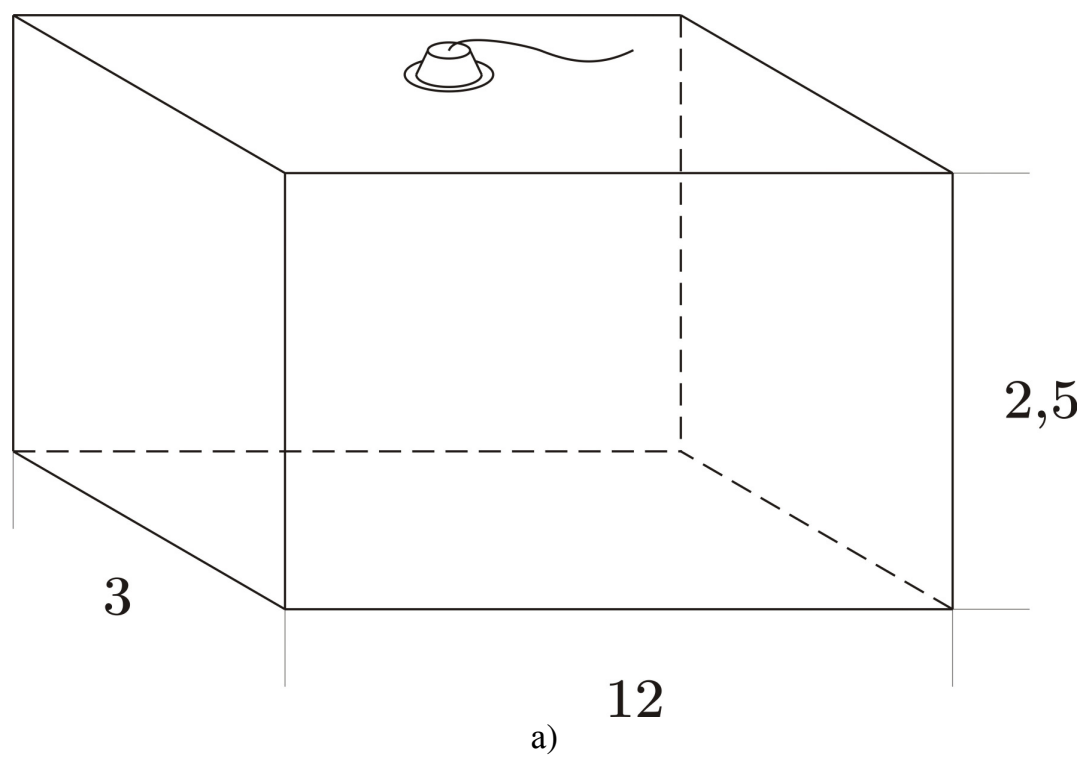


Рис. 2. Виды емкостей с буровым раствором с указанием размеров в метрах  
(а – емкость в форме параллелепипеда, б – емкость более ложной формы)

## Содержание отчета

1. Краткая теоретическая часть;
2. Снятые показатели с датчика уровня;
3. Построенные графики зависимостей:
  - относительной погрешности от расстояния между датчиком и стеной,
  - градуировочную зависимость (зависимость расстояния до стены от кода датчика)
  - объема жидкости ( $V$ ) от кода датчика для резервуаров различной формы;
4. Выводы.

## Контрольные вопросы

1. Цели и задачи метрологического обеспечения станции ГТИ.
2. Метрологические особенности установки датчика уровня на емкости с буровым раствором.
3. Способ градуировки датчика веса инструмента станции ГТИ.
4. Способ градуировки датчика давления (расхода) станции ГТИ.
5. Способ градуировки датчика оборотов лебедки станции ГТИ.
6. Влияние помех, рабочих условий на точность измерения станции ГТИ.
7. Источник меры в станции ГТИ.
8. Функция преобразования измерительного преобразователя.
9. Чему равна точность образцового прибора, используемого при тарировке каждого датчика? Почему выбраны образцовые приборы с данной точностью?
10. Для чего серия измерений для каждого датчика повторяется трижды?
11. Объясните, как и почему изменяется погрешность измерений в зависимости от изменения измеряемого параметра.

## ИНСТРУКЦИЯ ПО РАБОТЕ С ПРОГРАММНЫМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ «ВОЛГА-ДРАЙВЕР»

### Проверка и настройка сервера данных

После того, как закончен монтаж станции, датчиков и магистрального кабеля необходимо провести проверку и настройку программных модулей. Работа начинается с проверки настройки сервера данных. Методика проверки следующая:

- Нажимаем кнопку ПУСК
- Выбираем раздел **Панель управления**
- После появления **Панели управления** выбираем раздел **InterBase Manager** или **Firebird Manager** (окно показано на рисунке 3).

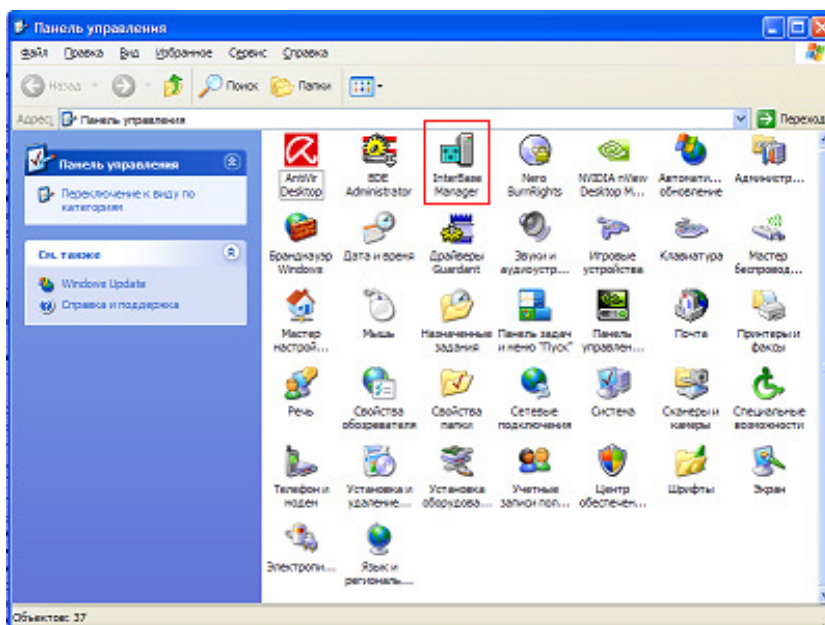


Рис. 3. Вид окна с разделом InterBase Manager

- После выбора этого раздела появляется панель **InterBase Manager** или **Firebird Manager** (диалоговое окно показано на рисунке 4).



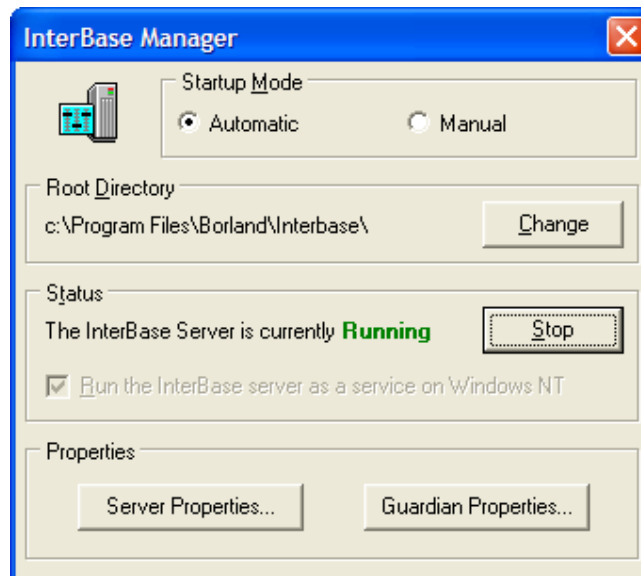


Рис. 4. Диалоговое окно InterBase Manager

- Останавливаем сервис с помощью кнопки **Stop** и снимаем галочку  Run the InterBase server as a service on Windows NT. Вид панели перед запуском показан на рисунке 5.

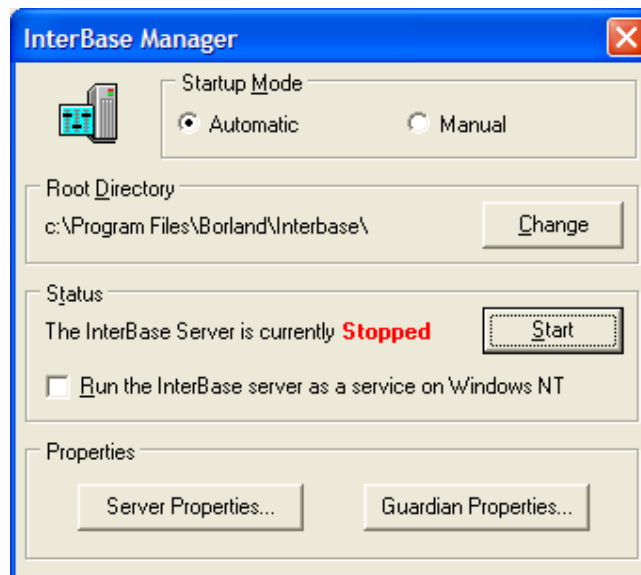


Рис. 5. Панель InterBase Manager перед запуском

- Запускаем сервис кнопкой **Start**. Вид панели **InterBase Manager** после запуска показан на рисунке 6.

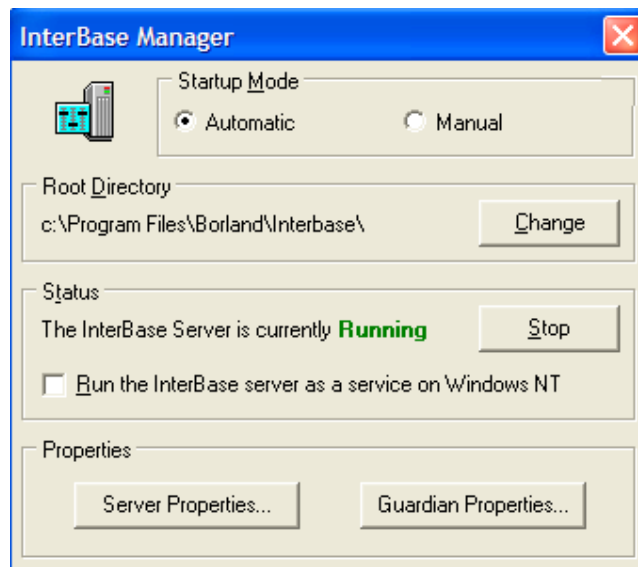
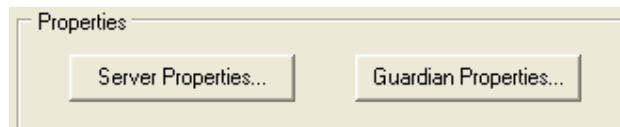


Рис. 6. Панель InterBase Manager после запуска

- После этого надо провести проверки настроек сервера. Для этого надо на панели Properties последовательно нажимать кнопки **Server properties** и **Guardian properties**:



- После того как нажата кнопка **Server properties** появляется панель, показанная на рисунке 7.

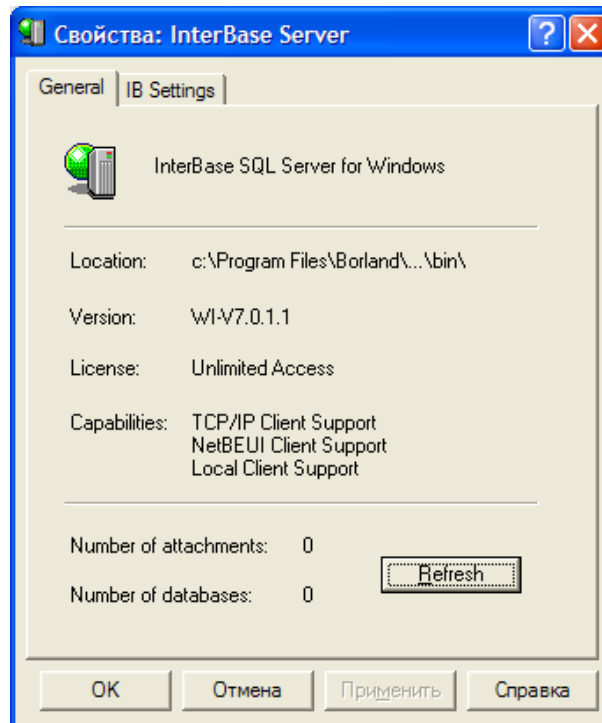


Рис.7. Окно «Свойства: InterBase Server»

- Закрываем панель и нажимаем на кнопку **Guardian properties**, после чего появиться панель, показанная на рисунке 8.

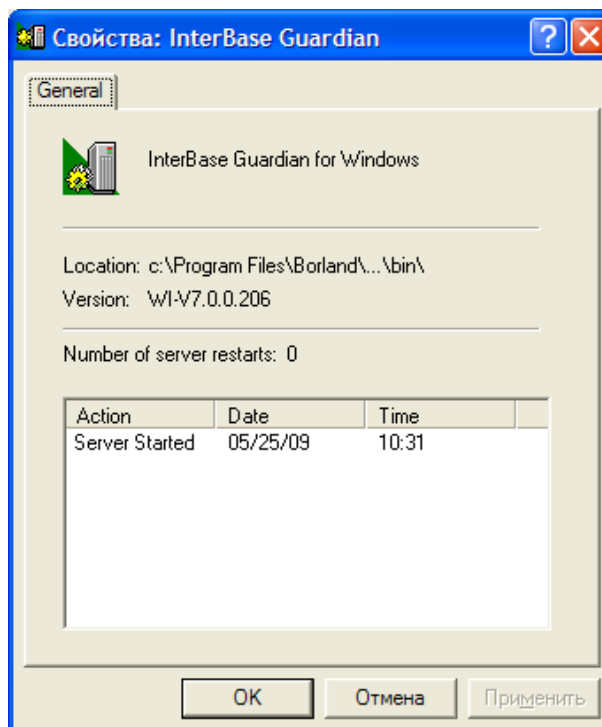


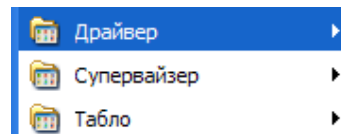
Рис. 8. Окно «Свойства: InterBase Guardian»

- Если все соответствует выше изложенному, то закрываем панели управления и свойств сервера. Настройка сервера выполнена правильно.

### Запуск и настройка программного модуля "Волга-Драйвер"

После того, как проведена проверка настроек сервера данных можно приступить к следующему этапу – запуску программного модуля "Волга-Драйвер". Запуск любого программного модуля из комплекта АПК "Волга" производится примерно одинаково. В данном случае, методика запуска следующая:

- Нажимаем кнопку ПУСК
- Выбираем раздел **ВСЕ ПРОГРАММЫ**
- Выбираем раздел **Аппаратно-программный комплекс "Волга"**
  - Выбираем раздел **Драйвер**



- Запускаем приложение **Волга-Драйвер**.



После запуска программного модуля "Волга-Драйвер" на экране появляется окно авторизации (см. рисунок 9).

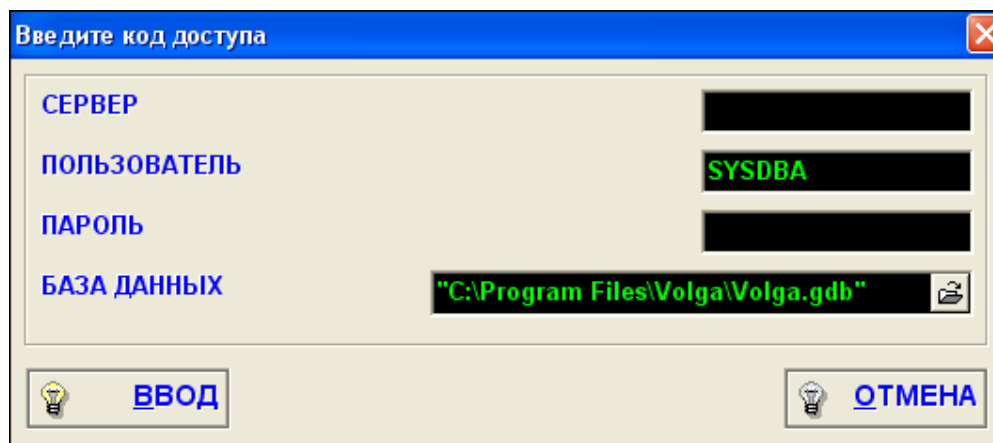


Рис. 9. Окно авторизации «Волга-Драйвер»

На этом окне находится панель авторизации. На этой панели находятся три поля для авторизации пользователя (см. рисунок 10).

СЕРВЕР	
ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ	SYSDBA
ПАРОЛЬ	

Рис. 10. Поля авторизации «Волга-Драйвер»

СЕРВЕР

– ввод **полного имени компьютера в сети**;

ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ


– ввод **роли пользователя**;

ПАРОЛЬ

– ввод пароля пользователя (соответствующий пароль входа в систему конкретного пользователя).

БАЗА ДАННЫХ

"C:\Program Files\Volga\Volga.gdb"

местонахождения сервера данных. Отметим, что если сервер находится в другом месте, то для настройки пути доступа надо нажать на кнопку .

После этого появляется диалоговое окно настройки пути доступа к серверу данных (рисунок 11), с помощью которого можно настроить необходимый путь доступа к серверу данных.

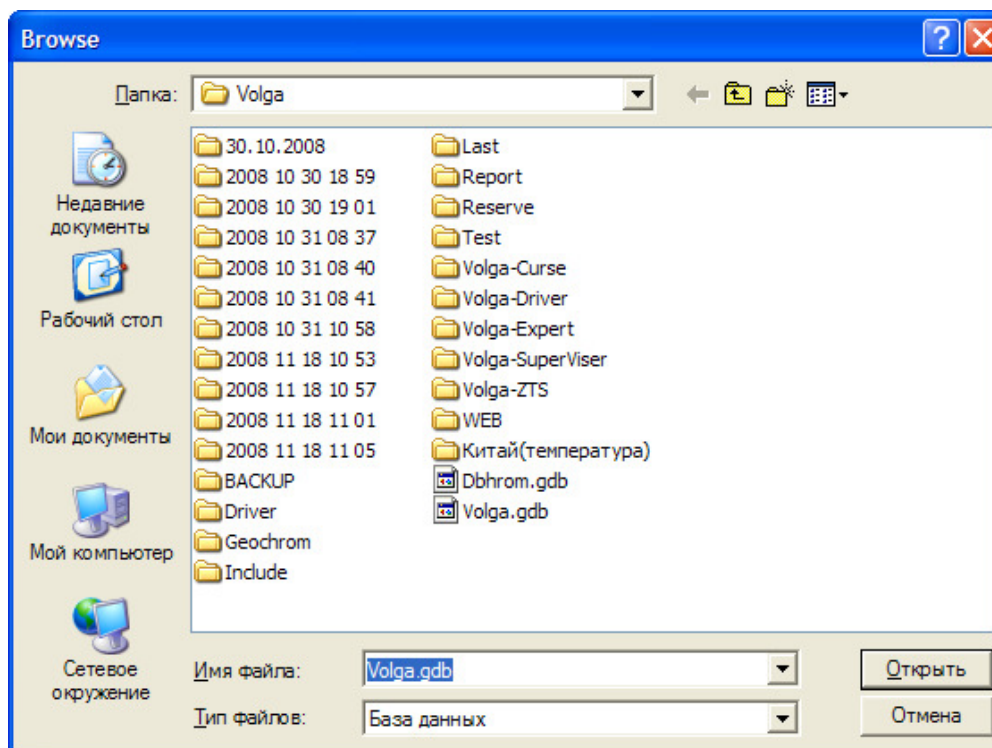


Рис. 11. Окно настройки пути доступа к серверу данных

***Примечание: Ввод начинается с ввода пароля – верхние два поля недоступны, до тех пор, пока не введен пароль.***

Если правильно заполнены данные авторизации и правильно настроен путь доступа к серверу данных, начинается процесс инициализации программного модуля "Волга-Драйвер". После окончания инициализации в области уведомлений появляется значок информации программного модуля


"Волга-Драйвер": 

После этого можно продолжить работу по настройке и запуску программного модуля.

### **Роль пользователя**

***Роль пользователя*** (синоним *логин*) – это специальный пароль, которые выделяет определенную пользователей и позволяет настроить для пользователя специализированный доступ к данным, т.е. одни пользователи имеют доступ к одним данным и они могут, какие то данные только просматривать, а какие то и редактировать, а к другим данным доступ закрыт.

### **Выпадающее окно**

После того, как программный модуль был запущен и в области уведомлений появился значок информации, можно продолжить работы по настройке и запуску. Если к значку  подвести мышь и нажать на правую клавишу мыши, то появляется выпадающие окно с меню выбора (рисунок 12).

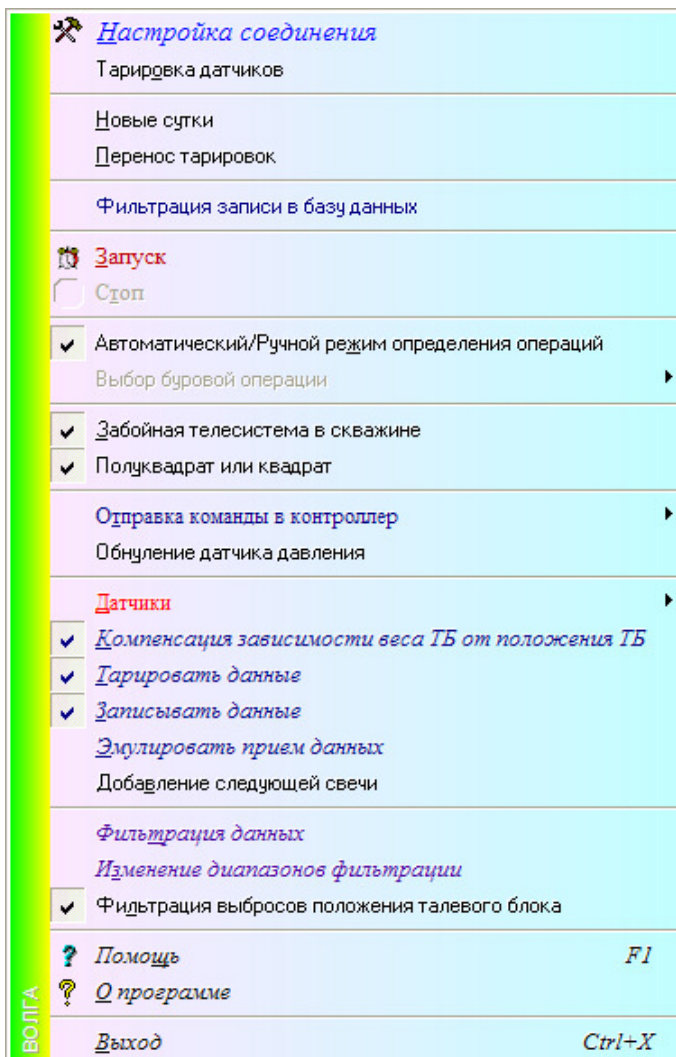


Рис. 12. Выпадающее окно выбора программы «Волга-Драйвер»

Разделы меню служат для выполнения следующих функций:


**Настройка соединения** – настройка соединения программного модуля с датчиками, находящимися на буровой;

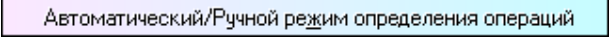
**Тарифика датчиков** – тарификация датчиков. Этот раздел служит для тарифовки и градуировки датчиков.


**Новые сутки** – ручной режим перехода на новые сутки (сброс временных и средних параметров в нуль).

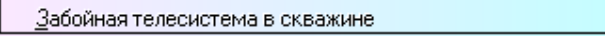
**Перенос тарировок** – перенос тарировок. Этот раздел служит для подготовки пустой базы сервера данных с переносом в нее всех тарировочных данных и данных инклинометрии.

**Запуск** – запуск программного модуля (после того как закончена настройка соединения и проведена тарификация датчиков).

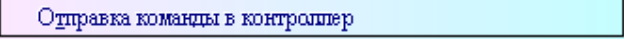
 – стоп (остановка работы программного модуля для завершения работы или для динамической тарировки).

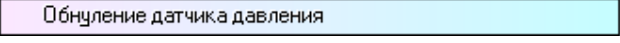
 – автоматический/ручной режим определения операций. Этот раздел позволяет переключиться в ручной режим определения буровой технологической операции (по умолчанию, установлен автоматический режим определения операций и раздел меню выбора буровой операции неактивен).


 – выбор буровой операции. Этот раздел работает в паре с автоматический/ручной режим определения операций и активен, если отключен автоматический режим определения операций. Он позволяет принудительно установить определенную технологическую операцию.


 – забойная телесистема в скважине. Включение/выключение просчета времени нахождения забойной телесистемы в скважине (станция не может определить находится ли забойная телесистема в скважине, поэтому используется ручное управление включением/выключением просчета времени).


 – полуквадрат или квадрат. Этот раздел дублирует переключение длины ведущей бурильной трубы.

 – отправка команды в контроллер. Используется только в режиме управления исполнительными механизмами (зарезервирован для будущего использования).

 – обнуление датчика давления. Этот режим по умолчанию не используется и оставлен для совместимости.

 – датчики. Этот раздел позволяет настраивать конфигурацию, имеющихся датчиков (по умолчанию включены все датчики).

 – компенсация зависимости веса ТБ от положения ТБ. Режим компенсации показаний датчика веса от положения талевого блока.

 – тарировать данные. Этот раздел позволяет включать/выключать тарирование датчиков, т.е. если отключить тарирование датчиков, то на сервер данных вместо реальных показаний датчиков будут отправляться коды датчиков (по умолчанию, включена тарировка датчиков).



✓ *Записывать данные* – записывать данные. Этот раздел позволяет включать/выключать отправку показаний датчиков и расчетных значений на сервер данных, т.е. при отключенном значении данные не будут передаваться на сервер данных.

✓ *Эмулировать прием данных* – эмулировать прием данных. Этот раздел позволяет включать/выключать режим эмуляции приема данных.

Добавление следующей свечи – добавление следующей свечи. Этот режим позволяет инкрементировать количество свечей в скважине.

✓ *Фильтрация данных* – фильтрация данных.

Включение/выключение режима фильтрации данных.

*Изменение диапазонов фильтрации* – изменение диапазонов фильтрации.

✓ *Фильтрация выбросов положения талевого блока* – фильтрация выбросов положения талевого блока.


? *Помощь* *F1* – помощь. Вызов системы справочной документации.

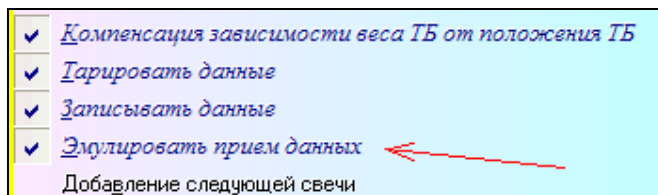
? *О программе* – о программе. Информация о программном модуле – версия, релиз и т.д.

*Выход* *Ctrl+X* – выход.

### **Режим эмуляции**

Переход в режим эмуляции выполняется следующим образом:

- К значку  подводится мышь, и нажимается правая клавиша мыши, после появления выпадающего окна активизируется раздел меню эмулировать прием данных:



- Запустить прием данных. После появляется окно выбора файла сервера данных, данные из которого будут подменять показания датчиков (рисунок 13).

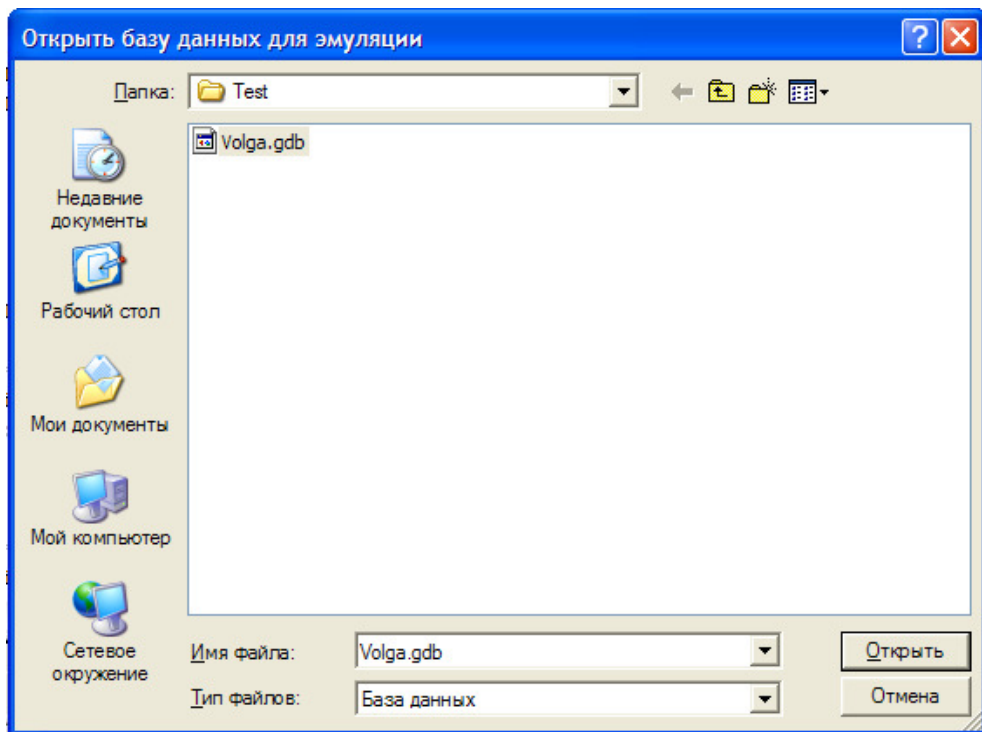


Рис. 13. Окно выбора файла сервера данных для режима эмуляции данных

- После выбора вспомогательного сервера данных появляется панель выбора рейса и проекта, данные из которого будут использоваться для эмуляции. Выбор проекта осуществляется в специальном выпадающем окне (рисунок 14).

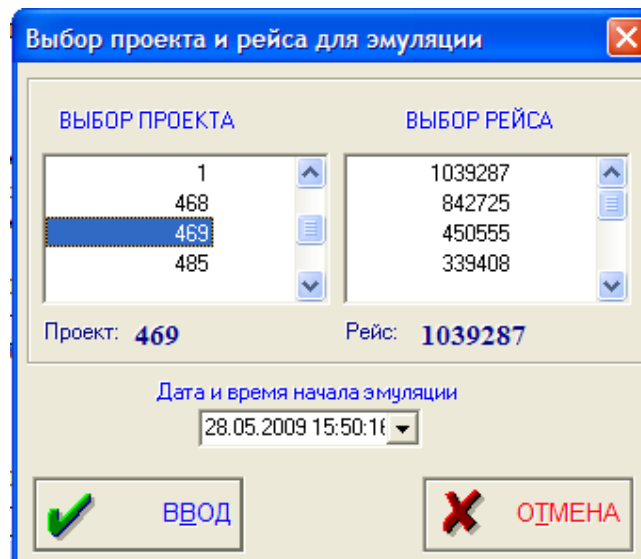


Рис. 14. Окно выбора проекта

- После этого выбирается номер рейса (рисунок 15).

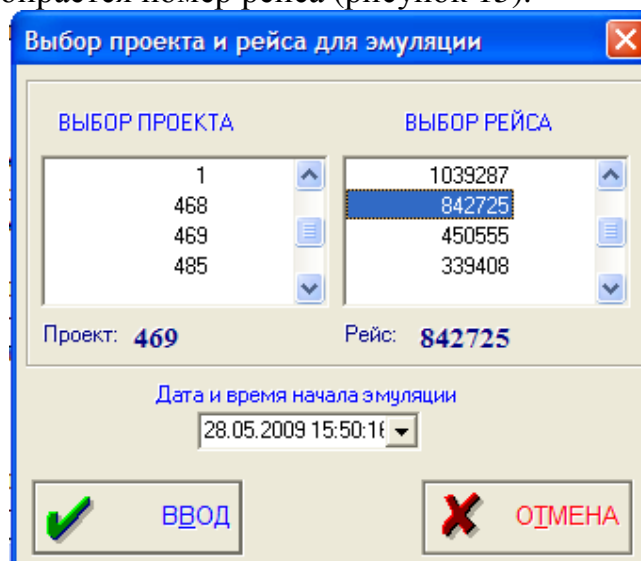


Рис. 15. Окно выбора рейса

- Следующий шаг – выбор даты начала передачи данных от вспомогательного сервера (рисунок 16).

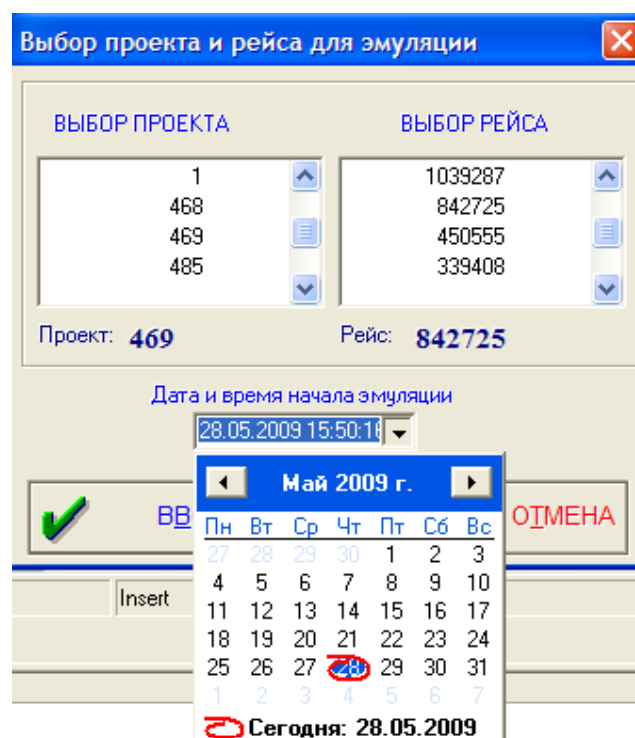
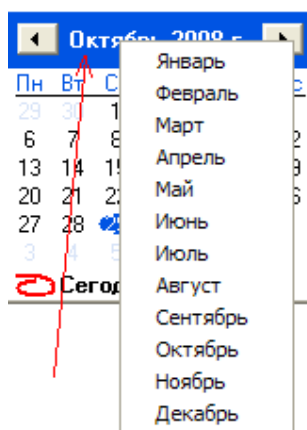
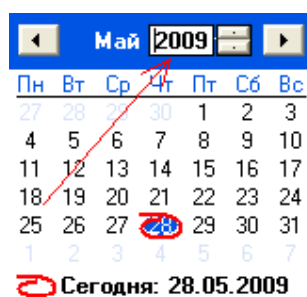


Рис. 16. Выбор даты начала передачи данных

Необходимо отметить, что с помощью элементов управления можно устанавливать нужную дату. Например, если нажать на месяц появляется выпадающее меню выбора месяца:

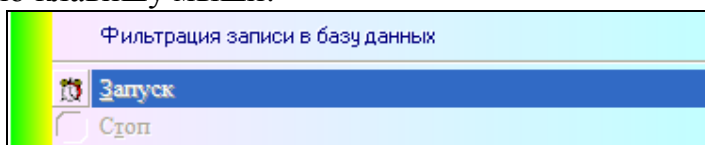


Если нажать на год, то появляется меню изменения года:



### Запуск приема данных

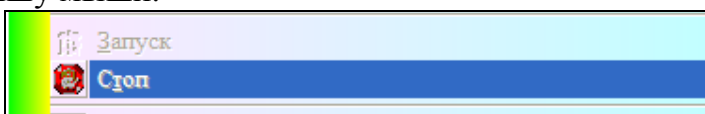
Для запуска приема данных надо выбрать раздел меню «Запуск» и нажать на левую клавишу мыши:



Одновременно может быть активна одна из опций меню или «Запуск», или «Стоп».

### Остановка приема данных

Для запуска приема данных надо выбрать раздел меню «Стоп» и нажать на левую клавишу мыши:



Одновременно может быть активна одна из опций меню или «Запуск», или «Стоп».

### Настройка соединения

После выбора из выпадающего окна опции **настройка соединения**, появляется окно настройки параметров соединения (рисунок 17).

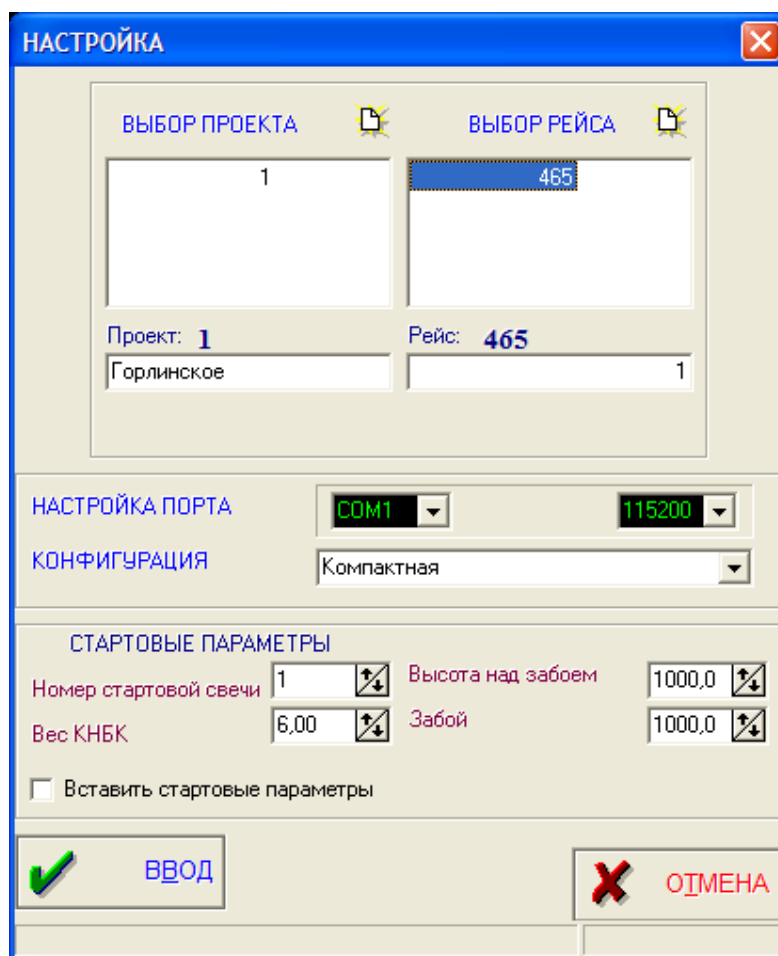
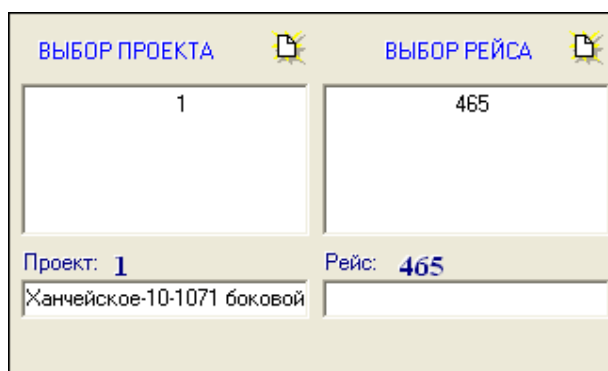


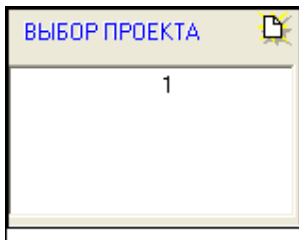
Рис. 17. Окно настройки соединения.

Это окно служит для настройки параметров соединения ядра программного модуля "Волга-Драйвер" с датчиками, которые находятся на буровой.

На этом окне имеются следующие элементы управления:

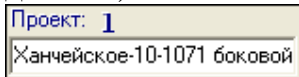
- Панель сохранения данных, которая служит для выбора существующих проектов и рейсов или создания новых проектов и рейсов:



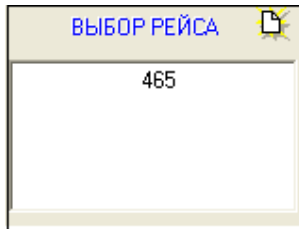


– выбирается проект, в который будут заноситься

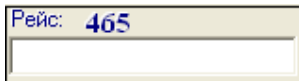
данные;



– выбран проект, в который будут заноситься данные;



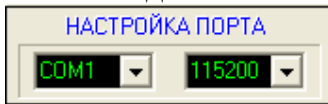
– выбирается рейс, в который будут заноситься данные;



– выбран рейс, в который будут заноситься данные;



– создание нового проекта или рейса.



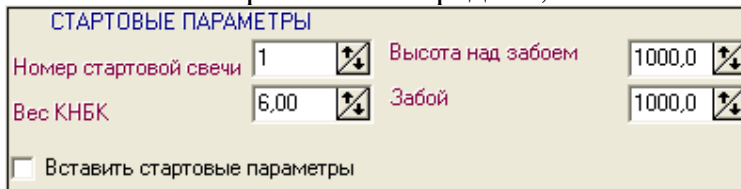
– настройка порта:



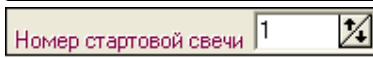
– выбор COM-порта;



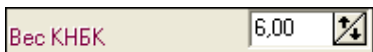
– выбор частоты передачи;



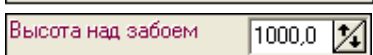
– стартовые параметры;



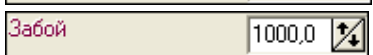
– номер стартовой свечи;



– стартовая высота над забоем;

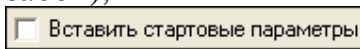


– стартовая высота над забоем;

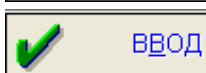


– стартовая глубина по инструменту (стартовый

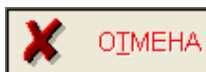
забой);



– вставить стартовые параметры;



– сохранить настройки;



– не изменять настройки.

## Библиографический список

1. Дадаян Ю.А. Сборник лабораторных работ по курсу «Основы взаимодействия физических полей с веществом». М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2009.
2. Левицкий А.З. Геолого-технологические исследования на стадии заканчивания скважин, М.: Нефть и газ, РГУНГ им. Губкина, 2005.
3. Левицкий А.З., Командровский В.Г., Тенишев В.М., Шилкин И.В. Компьютерные и информационные технологии в решении задач оперативного управления бурением Ч. 1, 2, 3. М.: Нефть и газ, РГУНГ им. Губкина, 1999, 2000, 2001.
4. Лукьянов Э.Е., Стрельченко В.В. Геолого-технологические исследования в процессе бурения. М.: Нефть и газ, РГУНГ им. Губкина, 1997.
5. Кульчицкий В.В., Григашкин Г.А., Ларионов А.С., Щебетов А.В. Геонавигация скважин. М.: Макс Пресс, 2008.
6. Калинин А.Г., Кульчицкий В.В. Естественное и искусственное искривление скважин. М.И., 2006.

## СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа: Метрологическое обеспечение и алгоритмы расчета технологических параметров станции ГТИ.....	1
Приложение: Руководство пользователя ПО «Волга-Драйвер» .....	6
Библиографический список.....	21

*Учебное издание*

*ДОРОВСКИХ Иван Владимирович  
ЖИВАЕВА Вера Викторовна  
ВОРОБЬЕВ Сергей Владимирович*

### **Метрологическое обеспечение и алгоритмы расчета технологических параметров станции ГТИ**

В авторской редакции

Подписано в печать 14.05.10.  
Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.  
Усл. п. л. 1,25. Уч.-изд. л. 1,2.  
Тираж 50 экз.

---

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Самарский государственный технический университет»  
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244. Главный корпус

Отпечатано в типографии  
Самарского государственного технического университета  
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244. Корпус № 8