

УДК 550.34:534.22

*П. В. Семенов**ООО «Петровайзер»*

РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ И ОПЫТНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ «ПОСТ ГТИ»

Всегда выбирайте самый трудный путь –
на нем вы не встретите конкурентов.

Шарль де Голль

Представлено новое программное обеспечение для системы сбора геолого-технологической информации (ГТИ), реализованное на базе кросс-платформенной технологии и включенное в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных.

Ключевые слова: скважина, геолого-технологические исследования, программное обеспечение.

Продекларированный переход на отечественное программное обеспечение (ПО) или импортозамещение, объявленное несколько лет назад, дали свои плоды: на рынке появились локальные программные продукты, которые с разной степенью эффективности стали альтернативой привычному зарубежному софту.

С 2016 г. начал действовать реестр российского ПО, включение в который является доказательством локального происхождения IT-продукта. По статистике продажи российского ПО за последние годы выросли в несколько раз.

Что касается программного обеспечения в области геолого-технологических исследований скважин, это как раз тот сектор, где отечественное ПО превалирует абсолютно. Вся история создания технологии ГТИ начиная с 80-х годов прошлого столетия – это создание именно отечественной аппаратуры и отечественного ПО.

Будет неправдой сказать, что все ПО для ГТИ – отечественное. Первая система сбора для станции ГТИ CDT100 была разработана во ВНИГИКе в г. Твери в 1989 г. Ее развитием стали системы сбора CDT200 и DTCIS, которые разрабатывались в 1990-х годах в Германии под руководством М. М. Дамаскина при непосредственном участии автора настоящей статьи и успешно использовались за рубежом. С задержкой в несколько лет эти системы сбора пришли в Россию,

быстро набрали популярность и надолго заняли свою нишу в ГТИ. Но и в России разработка ПО для ГТИ не стояла на месте. Программы АМТ, GeoScare, «Леуза», ГЕОТЕК и т. д. – наши, родные, российские. Понятно, конечно, что средства разработки любого из перечисленного ПО были зарубежные.

Все упомянутые системы сбора ГТИ за десятилетия своего существования морально устаревали, дорабатывались, подвергались как серьезным, так и косметическим изменениям, но тем не менее благополучно существуют по сей день.

Но время движется вперед. Появилось открытое программное обеспечение – код, который аудируется большим количеством независимых профессиональных разработчиков, экспертов в области ПО из разных стран. По мнению тех же экспертов, открытое ПО является более качественным, так как в нем не только находят, но и исправляют ошибки, и более безопасным, так как нет зависимости от отдельных корпораций и государств.

Появились кросс-платформенные технологии, позволяющие программному обеспечению работать в различных операционных системах, например, под управлением операционных систем Windows, Linux и MacOS. Использование веб-технологий в симбиозе с технологиями реляционного хранения данных и интерактивным интерфейсом позволяет сформировать систему мониторинга и управления любыми технологическими процессами. Такая система будет открытой, хорошо масштабируемой, производительной и не привязанной в целом к отдельной технологической отрасли.

Идея разработки нового современного ПО для ГТИ появилась в среде специалистов два с половиной года назад во время проведения международной научно-практической конференции Ассоциации «АИС» в Ольгинке. Идея была поддержана компанией «Петровайзер» и другими сервисными компаниями ГТИ, нашла своих последователей, постановщиков задач и, самое главное, была принята в работу. И кому как не разработчику DTCIS было ее реализовывать?

При выборе технологий, на основе которых создавался новый программный комплекс, было учтено следующее:

- Возможность установки на операционных системах Windows не ниже версии 8.1, Linux, MacOS.
- Возможность удаленного управления необходимыми функциями программы и системой сбора данных в целом.

- Возможность установки программ в виде «черного ящика» для безлюдной станции или стоечного исполнения, когда блок компьютера не имеет своего монитора.

- Максимальная автоматизация процесса технологического контроля для повышения точности проводимых измерений и расчетов.

- Использование современных российских и зарубежных методик технологического контроля.

- Поддержка мобильных устройств (планшетов, смартфонов) для технологического контроля в пределах буровой площадки.

На основе вышеперечисленных технологий в ООО «Петровайзер» создана реально-временная система, предназначенная для сбора, обработки, сохранения, визуализации и печати информации от любой измерительной системы или станции контроля данных. Официальное название программного комплекса – «ПОСТ ГТИ». На сегодняшний день ПК «ПОСТ ГТИ» включен в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных по Приказу Минцифры России № 435 от 06.05.2021 (Приложение № 1, реестровый номер 10461).

В состав ПК «ПОСТ ГТИ» входят:

- Программный комплекс КАРБОН для сбора, обработки и сохранения данных. Предназначен для операторов, технологов и геологов станции ГТИ. Комплекс собирает данные от датчиков и других источников данных, а персонал станции ГТИ следит за процессом работы и обеспечивает своевременный ввод необходимых данных или производит необходимые действия для качественного процесса технологического контроля бурения скважины.

- Программный комплекс КАРБОН-ВИЖЕН – основное средство для просмотра, анализа и печати данных. Предназначен для использования в составе станции ГТИ, для клиентских мест буровой площадки, а также для использования в офисах и контрольно-интерпретационных партиях.

Новизна и основные преимущества ПК «ПОСТ ГТИ»

Внешне ПК «ПОСТ ГТИ» выглядит как несколько достаточно простых веб-сайтов, открывающихся в интернет-браузере и имеющих конкретное функциональное назначение. Интерфейс этих программ максимально прост и интуитивно понятен.

Новизна и преимущества комплекса:

- Сбор, обработка и сохранение данных ведутся на уровне операционной системы. Это дает возможность автоматического старта сбора данных при пуске компьютера или его перезагрузки и не требует авторизации на компьютере для начала работы.

- В настоящий момент большинство станций ГТИ с любым программным обеспечением сбора данных работают с пользователем без пароля, который дает возможность автоматически пройти авторизацию и загрузить компьютер после старта для начала сбора данных, что полностью открывает компьютер для доступа злоумышленникам.

- Данные и настройки хранятся в популярной, с открытым кодом, многопользовательской кросс-платформенной базе данных СУБД Postgres, имеющей бесплатную версию и поддерживающей стандартные SQL-запросы. Разработанная для ГТИ модель данных обеспечивает хранение основного сегмента данных с частотой по времени 1 с, по глубине от 0,01 м.

Применение СУБД Postgres дает следующие преимущества:

- доступ к данным в СУБД Postgres открывается только для авторизованных пользователей;
- прямой доступ к Базе данных для внешних пользователей закрыт по причинам безопасности и защиты собранных данных;
- программные средства СУБД Postgres позволяют автоматически создавать архивы данных с заданной периодичностью. Это дает дополнительную возможность защиты от потери данных и их быстрого восстановления.

- Впервые для управления, настройки, просмотра и печати данных применены веб-технологии, то есть станция ГТИ на уровне буровой площадки является условным локальным сайтом с доступом к ней через интернет-браузер. Несколько лет назад веб-технологии считались неприменимыми в ГТИ из-за их медленной реакции на действия человека и ограниченного функционального набора визуализации данных, но технологии не стоят на месте, и данный продукт является этому доказательством. В результате использования веб-технологий получаем:

- легко масштабируемую в пределах буровой площадки на любое количество рабочих мест систему сбора, обработки, просмотра и печати данных;

- возможность управления сборщиком станции ГТИ с любого компьютера локальной сети или через интернет-канал, который, как дополнительный бонус, дает возможность контролировать работу своих станций ГТИ из офиса компании сервиса ГТИ в реальном времени, следить за качеством данных и своевременно принимать необходимые технические и административные решения;
- авторизация на станции ГТИ обязательна. В зависимости от политики безопасности компании ГТИ каждый оператор может иметь свой аккаунт, к которому привязаны личные настройки;
- каждому пользователю администратор станции ГТИ назначает уровень доступа, с помощью которого можно ограничить возможности действий пользователя, например, запретить ему вносить любые изменения в данные;
- возможность каждому пользователю назначать язык интерфейса и настраивать персональный перечень единиц измерения для визуализации данных;
- используя возможности браузеров, интерфейс оператора ПК «ПОСТ ГТИ» позволяет открывать отдельные разделы и подразделы интерфейса пользователя на разных вкладках окна браузера или в новых окнах браузера. Это дает возможность вводить необходимые данные без закрытия экранов просмотра, то есть одновременно открывать различное количество экранов.

Например, если сейчас пользователь занимается долгим вводом компоновки инструмента и ему срочно понадобилось ввести данные по раствору, то ему не нужно закрывать текущий ввод. Он просто открывает раздел ввода данных по растворам на новой вкладке интернет-браузера, вводит и сохраняет данные. После этого он возвращается к вкладке ввода компоновки буровой колонны и продолжает работу;

- при подключении к компьютеру нескольких мониторов отдельные окна браузера можно перемещать на другие мониторы, увеличивая информативность контроля за технологическим процессом.

К работе в интернет-браузере привыкли почти все, у всех дома есть компьютер и интернет, поэтому освоение и работа на данном программном обеспечении проходят в уже знакомой среде, сродни изучению нового сайта.

В наше время отделы информационной безопасности компаний-владельцев запрещают установку стороннего ПО на свои компьютеры

не только в офисах, но и на буровых площадках. За рубежом это уже норма, и даже увеличивается тенденция запрета на установку любых десктопных (оконных) приложений. В этой ситуации сервисникам приходится тратить время на согласование установки программ просмотра данных станции ГТИ на компьютер бурового мастера и другие внешние рабочие места. В данной ситуации ПК «ПОСТ ГТИ» выгодно выделяется из перечня существующего в России программного обеспечения ГТИ следующими особенностями:

- Полнофункциональная возможность управления, настройки, просмотра и печати данных с мобильного телефона или планшета, подключенных к локальной сети буровой площадки через Wi-Fi (рис. 1).
- Возможность установки программного обеспечения станции ГТИ на ОС Windows не ниже версии 8.1, ОС Linux (Debian, Ubuntu, Mint, Astra Linux), MacOS.
- Обновление программного обеспечения на новую версию осуществляется только на компьютере-сборщике. Клиенту нужно только обновить страницу в интернет-браузере.
- Технологии визуализации ПК «ПОСТ ГТИ» не требуют установки на компьютерах внешних пользователей какого-либо программного обеспечения. Просмотр и печать данных работают в интернет-браузере, который обычно уже установлен на компьютере клиента. Это соответствует современным требованиям служб безопасности компаний.

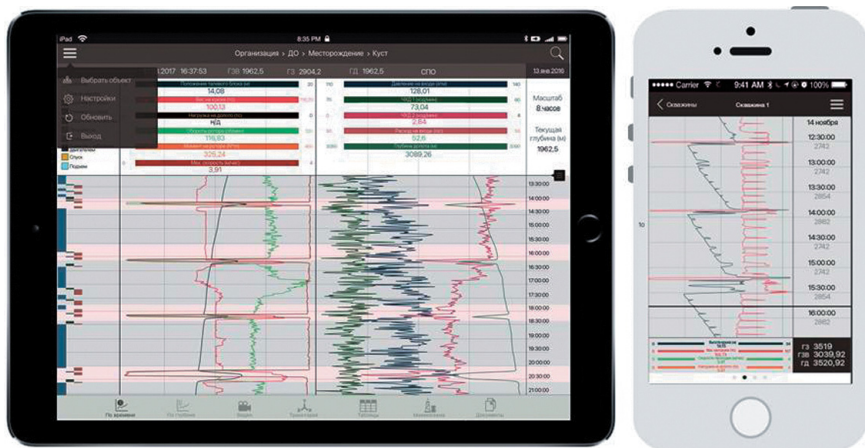


Рис. 1. Визуализация данных ГТИ на мобильных приложениях

- Расширяемый набор драйверов устройств сбора данных.
- Расширяемый набор расчетных модулей обработки данных.
- Предоставление данных для внешних подключений через протоколы WITS0 и WITSML.
- Имеется возможность установки программного обеспечения в виде «черного ящика» для стоечного исполнения, когда блок компьютера не имеет своего монитора.
- Все программные модули ведут журнал своей работы, который можно просматривать через специальный раздел интерфейса пользователя станции ГТИ. Подробность данного журнала можно настраивать через конфигурацию программного модуля.

Структура программного обеспечения ПК «ПОСТ ГТИ»

ПК «ПОСТ ГТИ» разработан по модульному типу. Данный подход позволяет наиболее оптимально использовать ресурсы компьютера. Данные от датчиков до Базы данных (БД) проходят несколько этапов, которые увеличивают надежность и непрерывность сбора данных.

- «Диспетчер кодов» – обеспечивает сбор и сохранение исходных данных, полученных от датчиков, в их первоначальном виде. Хранение таких данных ограничено по времени и исходно составляет 5 суток. Для ГТИ хранилище рассчитано до 100 каналов данных на каждое устройство. Данные сохраняются в Базу кодов.

- «Обработка и анализ данных» – синхронизирует и обрабатывает данные из Базы кодов. К обработке данных подключаются внешние расчетные модули, которые могут сохранять свои данные в отдельные наборы данных. В итоге после цикла обработки данные сохраняются в БД. Так как исходные данные уже хранятся в Базе кодов, то имеется возможность, по необходимости, приостанавливать обработку данных на некоторое время без какой-либо потери данных.

- «Сервер приложений» – обеспечивает данными внешние программы просмотра, печати, подготовки отчетов, поставки данных по стандартным протоколам.

- Клиенты буровой площадки (буровой мастер, супервайзер, инженер по наклонному бурению и т. д.) пользуются исключительно интернет-браузером для просмотра данных. Никакое программное обеспечение на их компьютер не устанавливается.

Основной набор функций ПК «ПОСТ ГТИ»

Связь ПК «ПОСТ ГТИ» с устройствами сбора данных на станциях ГТИ осуществляется с помощью библиотеки драйверов, которые собраны под конкретную используемую версию ПК «ПОСТ ГТИ». Драйверы создаются разработчиками компании ООО «Петровайзер» по предоставленной производителем документации или производителями устройств в соответствии с правилами оформления. Расширение библиотеки драйверов дает возможность увеличить область использования ПК «ПОСТ ГТИ» на различных типах оборудования и станциях ГТИ.

Устройствами сбора данных также считаются источники данных, которые передают данные по стандартным промышленным протоколам OPC, MODBUS, WITS. Это могут быть новые буровые станки, на которых установлена заводская система контроля с набором датчиков АСУТП.

Естественно, что в базовом варианте ПК «ПОСТ ГТИ» имеет все функции существующих сборщиков для станций ГТИ:

- Сбор и обработка данных с технологических датчиков буровой площадки.
 - Автоматическое распознавание технологических операций и этапов (рис. 2).
 - Расчет параметров в реальном времени.
 - Контроль выхода значений параметров за установленные границы, контроль смены технологических операций.
 - Преобразование данных в известные форматы и т. д.
- Но также добавляет новый функционал:
- Внешнее (удаленное) управление станцией ГТИ.
 - Соблюдение правил информационной безопасности заказчика на буровой площадке, поддержка безопасных каналов связи.

• Поддержка мобильных устройств (планшетов и смартфонов) в пределах буровой площадки для обеспечения непрерывности технологического контроля со стороны оператора и заказчика.

• Двойное резервирование данных в процессе сбора. То есть данные сохраняются дважды:

- в сыром виде как коды от датчиков;
 - в конечном виде как результат полного цикла обработки данных.
- Автоматическое создание архивов данных с заданной периодичностью и отправка данных в офис для их последующей обработки.
 - Сохранение в электронном виде всех документов и отчетов с привязкой к объекту/стволу скважины.

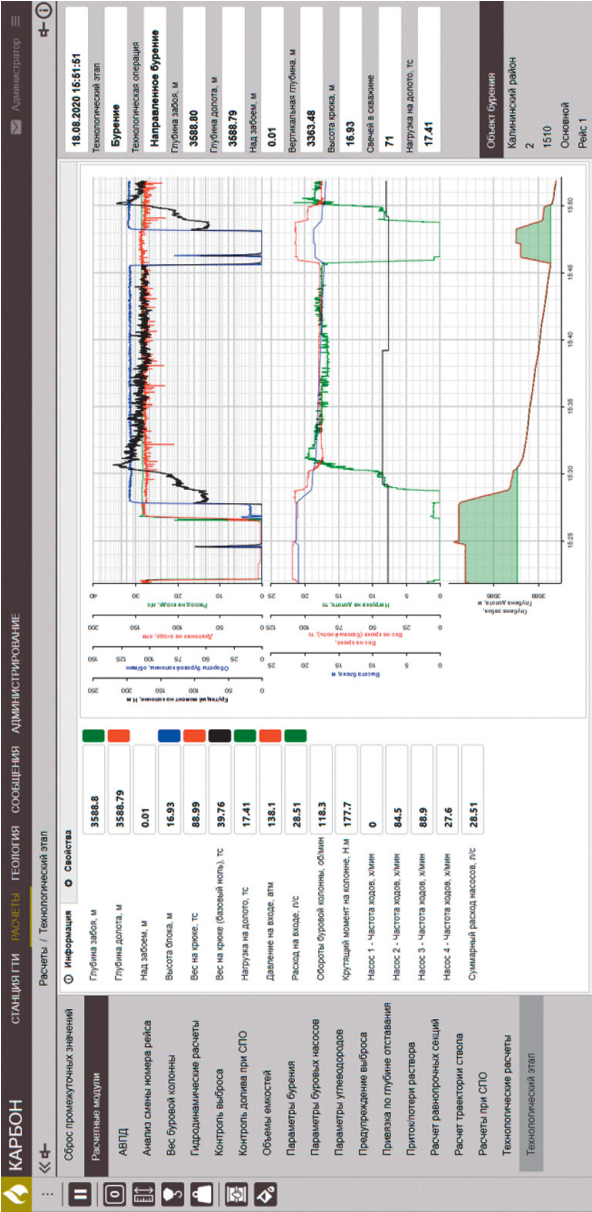


Рис. 2. Автоматическое распознавание этапов и операций

Ручной ввод. Визуализация и печать данных

Для просмотра, печати, ввода и анализа данных ПК «ПОСТ ГТИ» использует программный комплекс КАРБОН-ВИЖЕН.

По сравнению с существующими аналогами данный комплекс имеет следующие преимущества:

- Быстрая работа с данными, возможность оперативно получать и обрабатывать большие интервалы данных.
- Визуализация данных объекта или нескольких объектов в различных представлениях (графических, табличных, мнемонических).
- Набор предустановленных форм и возможность формирования их для каждого пользователя в отдельности.
- Возможность работы с несколькими объектами бурения и архивными скважинами в одной форме представления или печати с различными вариантами визуализации данных.
- Возможность создавать комбинированные формы (мастер-панель), которые включают в себя элементы различных видов форм, например, мнемосхему объединить с графическим или табличным представлением данных (рис. 3).
- Удобный конструктор форм.
- Новые элементы для мнемосхем. Возможность добавлять таблицы в мнемосхемах.
- Удобная визуализация печатных форм. Возможность добавления к печатным формам заголовка.
- Быстрый переход от графического представления к табличному.
- Возможность быстро изменять легенду графика под запросы пользователей:
 - можно скрывать надписи в шапке (по одной надписи или все сразу);
 - размещать текст горизонтально или вертикально;
 - настраивать цветовые гаммы визуализации планшета цвета линий;
 - ввод и формирование данных по шламу (рис. 4).
- Ввод и формирование комментариев (программных и пользовательских) с привязкой к точке данных или интервалу (рис. 5).
- Ввод пооперационного описания в специальной колонке графической формы. Возможность одновременного вывода в двух колонках графической формы автоматических и пользовательских операций.
- Автоматическое и по команде пользователя формирование отчетов.
- Выгрузка суточного рапорта по принципу «что вижу на экране, то и на печати».
- Функционал импорта/экспорта данных. Выгрузка в Las, Excel.

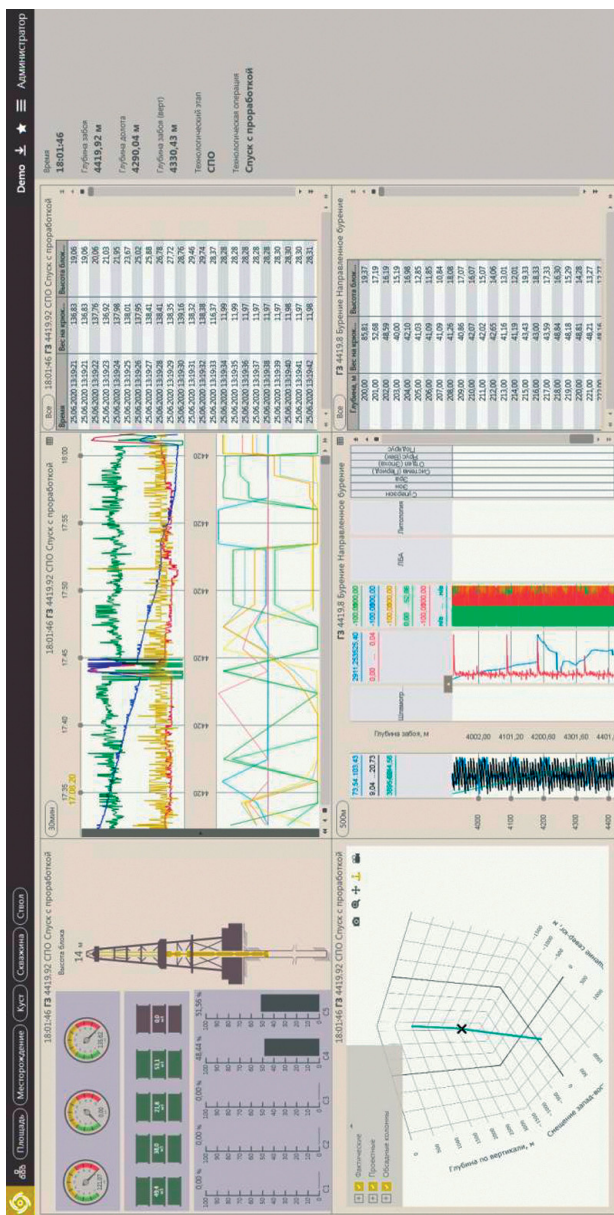


Рис. 3. Комбинированная форма представления данных

КАРБОН

СТАЦИИ ГИГ | РАСЧЕТЫ | ГЕОЛОГИЯ | СОСЛОВИЯ ИЛИ АДМИНИСТРИРОВАНИЕ

Администратор

☰

<< >

Сообщения / Комментарии по времени

17.08.2020 09:18:04

+

-

Комментарии

Комментарий по времени
Комментарий по глубине

Обсуждения

Все сообщения
Непринятые сообщения

Type	Дата вкл.	ст	до	Комментарий	Цвет	Значок	Фото	Автор
Пользовательский ✓	23.07.2020 20:46:47	✓	23.07.2020 20:50:36	77777			-	Host3gar
Пользовательский ✓	23.07.2020 20:46:09	✓	23.07.2020 20:46:39	444444			-	Host3gar
Пользовательский ✓	23.07.2020 20:41:43	✓	23.07.2020 20:46:01	Еще проверка показз комментария			-	Host3gar
Пользовательский ✓	23.07.2020 20:46:01	✓	23.07.2020 20:46:00	Фотк 123				Aleghy P.
Программный	23.07.2020 20:34:28		23.07.2020 20:37:46	CITO. Автоматический сброс расчета балласта домчал/ вытеснения раствора.		-	-	Tpyдoлeжнocиe
Пользовательский ✓	23.07.2020 20:28:58	✓	23.07.2020 20:37:46	Проверка показа комментария			-	Host3gar
Пользовательский ✓	23.07.2020 20:12:53	✓	23.07.2020 20:17:19	00000000000000000000			-	Host3gar
Пользовательский ✓	23.07.2020 19:52:24	✓	23.07.2020 20:01:21	Комментарий				Host3gar
Пользовательский ✓	14.07.2020 19:46:00	✓	14.07.2020 19:48:29	Добавить на график отображения значений, где на примере параметра «число свечей». При добавлении анализ, она получить ширину и заполнить большое пространство, изменить ее размер не получилось.				Host3gar
Пользовательский ✓	14.07.2020 19:44:31	✓	14.07.2020 19:46:46	Тест Б24			-	Host3gar
Пользовательский ✓	14.07.2020 19:40:03	✓	14.07.2020 19:46:00	Сделать факторизованные наборы графиков с конкретными параметрами для разных операций СТО. Вручную спуска ОК менять либо предложить изменить график с ручным наборами данных.				Aleghy P.
Пользовательский ✓	14.07.2020 19:40:02	✓	14.07.2020 19:43:44	Комментарий			-	Host3gar

Оформить бурение

Калининский район

2

1510

Сосновый Бор - 1

Восточная

17.08.2020 09:18:04

Technological step

Бурение

Technological operation

Направленное бурение

Глубина забоя, м

3218.92

Глубина донота, м

3218.91

Над.забой, м

0.01

Верхняя точка гудона, м

3294.09

Высота кроки, м

17.02

Основы е создание

71

нагрузка на долото, тс

22.46

Рис. 5. Ввод и формирование комментариев

Обработка данных

Программный модуль расчетов и обработки данных, наряду с общепринятыми расчетами, поддерживает следующие методики расчетов:

- Автоматическое определение текущего технологического этапа.
- Анализ и автоматическое взвешивание бурильной колонны.
- Автоматическая корректировка глубины по мере инструмента при спуско-подъемных операциях (СПО) и спуске обсадной колонны.
- Автоматический контроль долива/вытеснения промывочной жидкости (ПЖ) при СПО и спуске обсадной колонны (рис. 6).
- Реально-временной контроль притока/потерь ПЖ и скорости ее потерь.
- Анализ раннего обнаружения и предупреждения выброса EKDS (Early Kick Detection System).
- Гидродинамические расчеты в реальном времени по различным моделям (рис. 7).
- Расчет пространственного положения забоя и долота.
- Расчет параметров углеводородов по данным хроматографа.
- Расчет в реальном времени параметров аномально высокого пластового давления (АВПД) (D-экспоненты и сигма-лог). В реальном времени параметры работают как индикатор, но даже такая возможность – это уже плюс к данному программному комплексу.
- Расчет удельной механической энергии MSE.
- Расчет рентабельности и стоимости бурения используемым долотом.
- Привязка параметров по глубине отставания осуществляется по четырем точкам: на устье, после газовоздушной линии, после хроматографа, по отставанию шлама.

Обработка данных осуществляется набором встроенных модулей и использованием библиотеки внешних расчетных модулей, которые собраны под конкретную используемую версию ПК «ПОСТ ГТИ». Расчетные модули создаются разработчиками компании ООО «Петровайзер» по предоставленной документации или сотрудниками других организаций в соответствии с согласованными правилами. Расширение библиотеки расчетных модулей повышает функциональность и информативность технологического контроля для заказчиков.

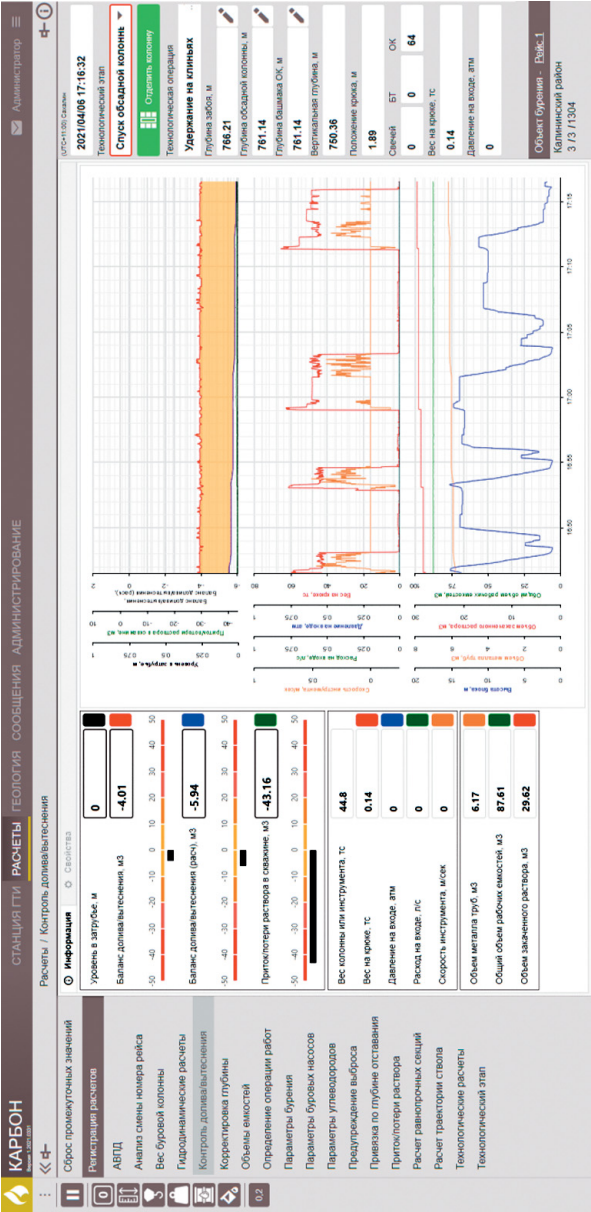


Рис. 6. Расчет и контроль долива/вытеснения при СПО и спуске ОК

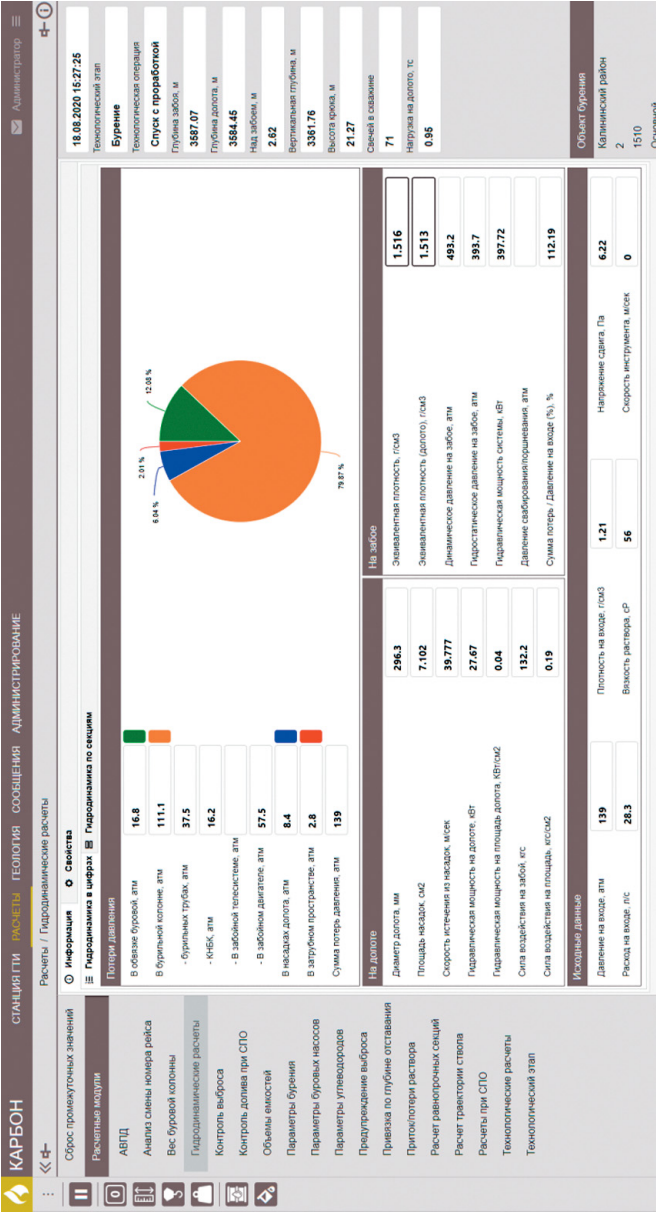


Рис. 7. Гидродинамические расчеты в скважине

Планы развития программного комплекса «ПОСТ ГТИ»

В ближайших планах развития ПК «ПОСТ ГТИ» предусмотрены следующие доработки:

- Расширение списка драйверов всех известных и используемых устройств сбора данных.
- Программная реализация новых методик расчетов.
- Расширение основного набора генерируемых отчетов.
- Расширение набора инструментов оператора станции ГТИ для обслуживания, резервирования, восстановления, архивирования, очистки базы данных.
- Разработка возможности автоматического регламентированного копирования базы данных в офис компании ГТИ.
- Разработка дополнительных сегментов базы данных для хранения ограниченного списка «быстрых» параметров с частотой поступления данных до 1000 значений в секунду.
- Предоставление реально-временных данных в формате WITS (уровень 0).
- Информирование заказчика и клиентов с помощью SMS, Viber или аналогичных сервисов.

Опытная промышленная эксплуатация

После длительного успешного тестирования ПК «ПОСТ ГТИ» на стендах была проведена опытная эксплуатация на промышленном объекте на Сахалине с участием собственной службы ГТИ.

ПК «ПОСТ ГТИ» работал на двух скважинах параллельно существующему программному обеспечению без участия операторов, но с постоянным удаленным контролем и обновлением со стороны разработчиков и службы технической поддержки. Контроль осуществлялся средствами удаленного администрирования и средствами самого ПК «ПОСТ ГТИ». Доступ на буровую осуществлялся по интернет-каналу и мобильной связи МТС.

Программный комплекс показал стабильную работу в реальных условиях, стойкость к сбоям связи и нестабильности питания. А возможность управления станцией ГТИ из офиса просто подкупала и вызывала восторг!

Операторы службы ГТИ ОАО «Петровайзер» предварительно проходили ознакомительное обучение новому ПО. Персонал других компаний, задействованных в проекте, получал консультации и

постоянную техническую поддержку с возможностью удаленного администрирования компьютеров.

По результатам опытной эксплуатации был сформирован план доработки функциональности программного комплекса. К моменту написания статьи этап доработки завершен, получена стабильная версия, которая запущена в промышленную эксплуатацию.

Вот один из отзывов (автор А. Машкин) о работе ПК «ПОСТ ГТИ»:
«В целом ПОСТ ГТИ оставляет хорошее впечатление как современным интерфейсом, так и общей продуманностью концепции работы. С моей точки зрения, система нуждается в небольших доработках и дополнительной обкатке. Окончательные выводы можно будет сделать только после эксплуатации программы с реальной системой сбора информации. Приятное впечатление вызывает то, что впервые за долгие годы появилась возможность обратной связи и учитывается мнение персонала, имеющего опыт работы непосредственно на буровой. Также надеюсь, что у ООО «Петровайзер» получится создать не только хорошую программу сбора, но и общий удобный комплекс программ для сбора, обработки, хранения и визуализации геолого-технологической информации».

Предстоит еще много работы по совершенствованию программного комплекса, развитию его возможностей и включенных в него технологий, но главное – система сбора данных станции ГТИ ПК «ПОСТ ГТИ» существует и начала свой путь. Многие пожелания от заказчиков и сервисов ГТИ в данном ПК либо уже предусмотрены, либо реализуемы без переделки ПК.

Базовые модули и технологии построения ПК позволяют развивать его в других сервисах буровой площадки (капитальный ремонт скважин, цементирование, ГИС и т. д.), получающих данные от датчиков, с возможностью создания единой Базы данных. Наличие стандартных протоколов поставки данных позволяет легко подключать ее к системам мониторинга и передачи данных.

Благодарю всех сотрудников ООО «Петровайзер», участвующих в проектировании, создании и опытной эксплуатации программного комплекса. Также благодарю коллег из других компаний за ценные советы и участие в тестировании: А. В. Машикина (ООО «Газпром недра»), ПФ «Севергазгеофизика»), В. А. Степанчука и А. А. Захарова (ООО «Геоконтроль»), А. С. Чипинского, М. Н. Ермолаева и С. А. Милантьева (ООО «Геосервис»).

Рецензент канд. техн. наук, проф. М. Я. Гельфгат