

Е. П. Власенко, П. И. Власенко  
ООО «Нефтегазгеофизика»

## ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ПРОГРАММНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ СКВАЖИННЫХ АВТОНОМНЫХ ПРИБОРОВ

Описаны требования и принципы построения программной среды, обслуживающей скважинные автономные приборы разной архитектуры, предназначенной для инженеров, операторов каротажа, метрологов и администраторов.

*Ключевые слова:* каротаж, автономные приборы, программная среда, программный модуль.

### Введение

Автономные приборы (memory tools) начали широко применяться в связи с массовым бурением горизонтальных и сильнонаклонных скважин.

Первыми геофизическими комплексами такого рода были АМК «Горизонт» разработки ПАО НПП «ВНИИГИС» со своим программным обеспечением [9] и АМАК «ОБЬ» совместной разработки ЗАО НПК «Геоэлектроника сервис», ОАО НПЦ «Тверьгеофизика» и НПП ГА «Луч» [12] с программой LOGHNEW. Оба программных продукта были разработаны под конкретную аппаратуру, функционировали на базе MS DOS и выполняли полный цикл каротажа.

В дальнейшем количество новых автономных приборов увеличилось [3, 10, 14, 16, 17], архитектура приборов менялась, но оставались также приборы старой конструкции, поэтому и возникла задача создания программной среды на базе ОС Windows для поддержки автономных приборов с разнообразной внутренней архитектурой для разных специалистов: инженеров-разработчиков, метрологов, операторов каротажа, эксплуатационных инженеров, администраторов среды. Первой похожей разработкой был программный пакет GEOWISE ОАО НПП «ГЕРС» [15], но в нем для подключения каждого нового автономного прибора требовалось программирование новой динамической библиотеки DLL, предназначенной только для проведения каротажных исследований. В связи с этим была выполнена настоящая работа.

### Требования к программной среде

Вкратце обозначим различия автономного и кабельного скважинного прибора. Автономный прибор (АП) дополнительно имеет

в своем составе автономное питание (аккумулятор) и энергонезависимую память (FLASH) с часами реального времени, что позволяет вести регистрацию в стволе скважины длительное время, не имея связи с поверхностью. В связи с большой аппаратной сложностью автономный прибор имеет более высокую стоимость и должен эксплуатироваться длительный срок. Из этой специфики и вытекают особые требования к программному обеспечению:

- надежный обмен компьютера с прибором во время сеансов связи;
- тщательнейшая проверка прибора и его узлов перед спуском в скважину;
- настройка прибора на конкретный вид каротажа;
- привязка данных регистрации к глубине, полученной разными способами;
- возможность эффективного оперативного разбора неудачного каротажа;
- возможность расширения парка скважинных приборов без изменения программного кода.

Помимо особых требований, к программной среде были сформулированы общие требования [13]:

- наличие инженерного сервиса при разработке и эксплуатации скважинной аппаратуры;
- наличие в составе среды метрологических программ;
- формирование сборок автономных приборов;
- обслуживание наземного глубиномера;
- формирование выходных каротажных файлов, привязанных как ко времени, так и к глубине;
- автоматическое формирование отчетов по работе;
- многоязычный пользовательский интерфейс;
- функционирование в разных версиях ОС Windows.

### **Принципы построения программной среды**

Для реализации вышеизложенных требований были выработаны следующие принципы создания программной среды:

1. Автоматическое выполнение этапных алгоритмов при работе на буровой с возможным вмешательством персонала только при нештатных ситуациях, что практически исключает человеческий фактор в наиболее важном этапе – подготовке приборов к каротажу.

2. Построение программной среды на базе глоссариев и внешних описаний приборов, что позволяет оперативно расширять парк обслуживаемых приборов и обновлять пользовательский интерфейс.

3. Выделение данных «Время–Глубина» в отдельный файл формата LAS [15], причем данные времени (миллисекунды с начала суток) и глубины (метры) пишутся с переменным шагом, что дает возможность использовать глубину из разных источников для привязки скважинных данных по глубине скважины.

4. Для идентификации типов автономных скважинных приборов было введено новое понятие «Протокол», которое включает в себя три уровня:

- нижний – для реализации протокола обмена со скважинным прибором с применением контрольной суммы;
- средний – для реализации набора команд, управляющих работой автономного прибора;
- верхний – описывающий организацию данных регистрации во FLASH.

Благодаря вводу этого понятия появилась возможность оперативно подключать к среде новый прибор, если в среде уже реализован его «Протокол», поскольку в этом случае достаточно ввести описание нового прибора. Разработка «Протокола» нового типа занимает 2–3 недели.

5. Для информационного различия было введено понятие «информационный модуль» (ИМ), обслуживающий аппаратный модуль, называемый блоком сбора информации (БСИ), который входит в состав автономного прибора. ИМ имеет свой адрес и регистрирует физические параметры.

6. Для взаимодействия прикладных программ (монитор среды, программы обслуживания приборов) с автономным прибором и его блоками был разработан базовый модуль (БМ), содержащий набор программных классов [13], функционирующий в режимах:

- тестирование прибора;
- базовая калибровка прибора;
- подготовка прибора к каротажу;
- завершение каротажа и считывание данных регистрации;
- просмотр копии FLASH;
- формирование файлов первичной обработки.

Схема базового модуля представлена на рис. 1, где Набор ИМ, AFlash, ATime, AAkk, OtherCommand – программные объекты БСИ, блока памяти, часов, блока питания, пакета других команд, соответственно. Объект OtherCommand осуществляет реализацию сервисных команд, поступающих от прикладной программы.

Реализация команд для конкретного прибора происходит с помощью одноименных функций среднего уровня «Протокола», а организация обмена – с помощью нижнего уровня «Протокола» и заключается в формировании командного пакета с контрольной суммой и передачей его в прибор с последующим ожиданием ответа в течение необходимого для каждой команды времени. При несовпадении контрольной суммы в ответе передача командного пакета повторяется несколько раз. Количество повторов зависит от команды и поступает сверху от вышестоящего уровня. Например, в сложных ситуациях команда «Установка времени» выполняется один раз, а «Чтение FLASH» – 5 раз. Большинство команд выполняется 3 раза.

Физический обмен проходит через отдельные динамические библиотеки (DLL) [11], которые обращаются к API-функциям операционной системы и в состав базового модуля не входят [7].

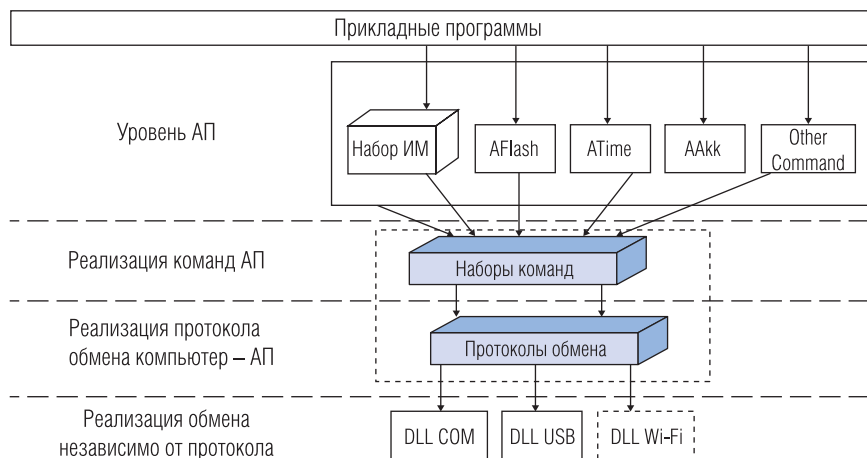


Рис. 1. Базовый программный модуль для обмена с автономным прибором (АП)

7. Для протоколирования работы был введен так называемый «черный ящик», фиксирующий действия оператора, отклики аппаратуры и технологические этапы. Совместно с разработчиками аппаратуры был определен следующий список фильтров запоминаемых в черном ящике событий:

- время записи в «черный ящик»;
- источник события;
- название события;
- название этапа работы;
- класс события;
- сопутствующие данные по событию.

Пополняемый список событий определен в своем глоссарии.

«Черный ящик» в закодированном виде автоматически заполняется в рабочей директории каротажа, что позволяет вести эффективную разборку неудачных каротажей и формировать отчеты по работе на буровой.

8. Инженерный сервис разделен на работу со специфическими блоками автономных приборов (аккумулятор, FLASH, часы, канал связи с прибором, сервис «Наборная команда») и реализуется в рамках монитора программной среды, а работа с БСИ (настройка модулей и метрология) обеспечивается специальными программами-модулями обслуживания приборов.

9. Основной каротажный цикл (подготовка приборов к каротажу, считывание данных регистрации, формирование файлов первичной обработки, формирование выходных файлов в формате LIS [11]) происходит в рамках монитора среды. Первичная обработка данных производится в программах пакета LogPWIN [11].

10. В программную среду также включена программная поддержка специального глубиномера и обработка его данных [5, 6]. Кроме того, были разработаны конвертеры данных «Время–Глубина» из систем АМК «Горизонт» [10], «Горизонталь» [1], станции ГТИ «Разрез» [2], LIS-файлов. Для восприятия данных «Время–Глубина» из других источников был разработан универсальный конвертер текстовых данных.

### **Реализация программной среды**

Описанные выше принципы были реализованы в программной среде ServiceMS, краткие возможности которой изложены в [4].

Полное описание программной среды изложено в документации по комплексу «Каскад-А» производства ООО «Нефтегазгеофизика» и в HELP ServiceMS.

Основные компоненты и связи реализованной среды показаны на рис. 2.

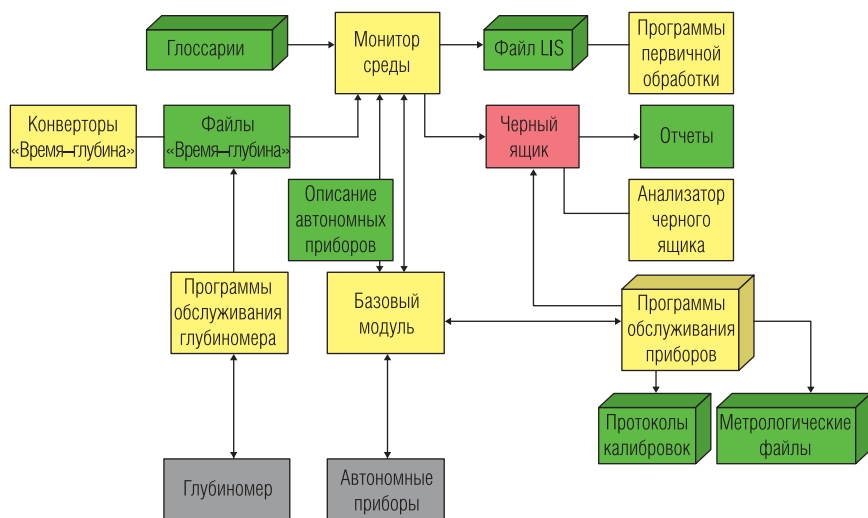


Рис. 2. Схема программной среды

## Результаты

Разработана программная среда ServiceMS, которая применяется в реализации полного цикла каротажа на бурильных трубах; в каротаже во время бурения, когда используются автономные приборы; в кабельном каротаже с записью во FLASH в 22 фирмах России, Белоруссии, Туркменистана и Вьетнама, а также при разработке и тестировании как автономных приборов, так и отдельных БСИ и при базовой и скважинной калибровке.

Администратору программной среды представляется возможность подключить новый прибор с имеющимся в среде «Протоколом», настроить файловую конфигурацию среды, выбрать язык интерфейса (русский/английский).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ахметсафин Р. Д., Ардаширов А. Р., Булгаков А. А., Габдрахманов И. Р. и др. Автономная геофизическая система «Горизонталь» с доставкой на бурильных трубах // НТВ «Каротажник». Тверь: Изд. АИС. 2005. Вып. 10–11 (137–138). С. 39–46.
2. Беляков Н. В., Андреев А. А. Опыт создания, постановки на производство и внедрения современных станций геолого-технологических исследований // НТВ «Каротажник». Тверь: Изд. АИС. 2006. Вып. 2–4 (143–145). С. 290–307.
3. Велижанин В. А., Сергеев В. А., Степанов И. Ю., Волнухина А. А. и др. Автономная спектрометрическая аппаратура литолого-плотностного гамма-гамма-каротажа // НТВ «Каротажник». Тверь: Изд. АИС. 2014. Вып. 6 (242). С. 128–136.
4. Велижанин В. А., Комлев Н. Ю., Пантюхин В. А., Шеин Ю. Л. Программные средства ООО «Нефтегазгеофизика» // НТВ «Каротажник». Тверь: Изд. АИС. 2006. Вып. 2–4 (143–145). С. 121–130.
5. Власенко П. И., Денисов Ю. А., Яковлев А. П. Измерительный комплекс «Глубиномер А1Т» для привязки данных от автономных приборов к глубине // НТВ «Каротажник». Тверь: Изд. АИС. 2005. Вып. 5–6 (132–133). С. 221–229.
6. Денисов Ю. А., Буяльский М. Г., Наваркина М. М., Яковлев А. П. Программно-измерительный комплекс «Глубиномер». История разработки и опыт использования // НТВ «Каротажник». Тверь: Изд. АИС. 2013. Вып. 3 (225). С. 84–98.
7. Джеффри Рихтер. Для профессионалов Windows. Изд. 4-е. СПб. 476 с.
8. Ельцов И. Н., Соболев А. Ю., Неделько В. М. Конкретизация LAS-стандарта и программа LAS-MAKER // НТВ «Каротажник». Тверь: Изд. АИС. 1999. Вып. 54. С. 75–83.
9. Леготин Л. Г., Вячина В. Ф., Кашафутдинов Д. Н. Программное обеспечение АМК «ГОРИЗОНТ» в среде MS DOS // НТВ «Каротажник». Тверь: Изд. АИС. 2002. Вып. 26. С. 80–85.
10. Леготин Л. Г., Вячин С. В., Султанов А. М. Этапы развития технологии АМК «ГОРИЗОНТ» для геофизических исследований горизонтальных скважин // НТВ «Каротажник». Тверь: Изд. АИС. 2006. Вып. 7–8 (148–149). С. 53–62.
11. Лобода Д. Р., Велижанин В. А., Пантюхин В. А. Программный комплекс LogPWin. Принципы организации // НТВ «Каротажник». Тверь: Изд. АИС. 2013. Вып. 3 (225). С. 240–247.
12. Лукьянов Э. Е., Хаматдинов Р. Т., Попов И. Ф., Каюров К. Н. Аппаратурно-методический комплекс для проведения ГИС в горизонтальных скважинах АМАК «ОБЬ» // НТВ «Каротажник». Тверь: Изд. АИС. 1997. Вып. 30. С. 41–53.
13. Митюшин Е. М. Технология объектно-ориентированного проектирования информационно-измерительных систем для геофизических исследований скважин // НТВ «Каротажник». Тверь: Изд. АИС. 1996. Вып. 26. С. 15–27.

14. *Петров А. Н.* Системный подход при разработке автономных комплексов для каротажа в наклонно-горизонтальных скважинах // НТВ «Каротажник». Тверь: Изд. АИС. 2013. Вып. 2 (224). С. 45–53.
15. *Розов Е. А.* Пакет программ для проведения геофизических исследований комплексами автономных скважинных приборов (GEOWISE) // НТВ «Каротажник». Тверь: Изд. АИС. 2006. Вып. 2–4 (143–145). С. 233–238.
16. *Хаматдинов Р. Т., Белоконь Д. В., Пантюхин В. А., Теленков В. А.* Комплекс автономных приборов для исследования пологих и горизонтальных скважин и скважин со сложным профилем ствола // НТВ «Каротажник». Тверь: Изд. АИС. 2013. Вып. 3 (225). С. 37–49.
17. *Хаматдинов В. Р.* Автономная аппаратура плотностного гамма-гамма-каротажа наклонных и горизонтальных скважин // НТВ «Каротажник». Тверь: Изд. АИС. 2014. Вып. 12 (246). С. 61–76.