

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ СИСТЕМЫ ГЛУБОКОВОДНЫХ МОРСКИХ ПРОБООТБОРНИКОВ

Е. А. Парфенова, В. В. Ангилопов, А. А. Веселов

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров Нижегородской обл.

Введение

В нефтяной промышленности одной из актуальных проблем является исследование запасов нефтепродуктов, сосредоточенных под морским дном.

В рамках проекта МНТЦ выполнены работы по созданию действующей системы глубоководных морских пробоотборников (СГМП). СГМП позволяет осуществлять забор придонных проб воды и грунта для последующего анализа их на наличие предельных углеводородов.

В состав СГМП входят базовая станция (БС), персональный компьютер (ПК) и некоторое множество (до 20 шт.) глубоководных морских пробоотборников (ГМП). На рис. 1 представлена структурная схема СГМП.

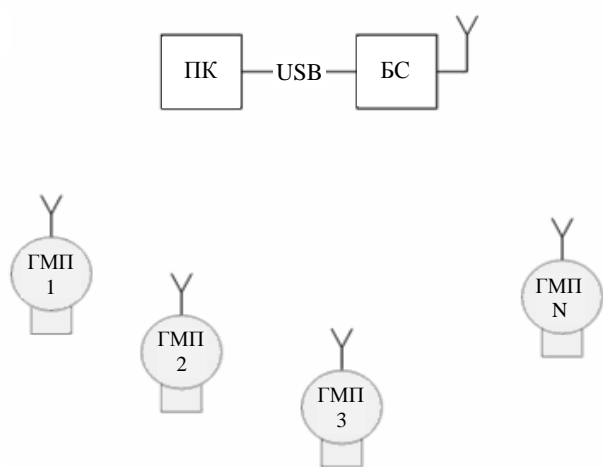


Рис. 1. Структурная схема СГМП

БС радиосети располагается на корабле обеспечения работ по обследованию морского дна. Она соединяется с ПК и выполняет прием/передачу данных по радиоканалу от ГМП [1].

ГМП состоит из герметизированного объема с источниками питания и электронным оборудованием, мачты с антенным модулем на вершине, грунтозаборного механизма и балластного груза. Пробоотборник оснащен системой глобального позиционирования GPS и радиоканалом связи в локальной сети с кораблем. Кроме спутниковой системы GPS, ГМП снабжен инерциальной системой навигации (ИСН) для ориентирования под водой, когда невозможен прием спутниковых сигналов антенной GPS. ИСН выполнена на основе трехкомпонентного датчика ускорения и дат-

чика угловой скорости. В процессе погружения и всплытия ГМП сохраняется информация о трехмерном векторе ускорения. Сбор этой информации необходим для дальнейшего вычисления траектории движения пробоотборника под водой.

ГМП, входящий в рабочий состав системы, на сегодняшний день является самым маленьким в мире (до 80 кг). Необходимо отметить, что ГМП предназначен не только для поиска следов углеводородов. Его также можно использовать и для других целей – например, мониторинга загрязнения окружающей среды: исследовать донные отложения, последствия аварий, когда погибшая атомная подводная лодка ложится на грунт на очень больших глубинах и нужно исследовать наличие утечек радиоактивных материалов из реактора или ядерного оружия, находящегося на борту.

При использовании ГМП необходимо проводить тестирование электронных модулей аппарата, настройку параметров его работы, а также осуществлять сбор данных о работе СГМП (давление, температура, ускорение, угловая скорость, временные метки и т. д.) при погружении, всплытии и дрейфе после всплытия ГМП на поверхность.

Для решения поставленной задачи было разработано ПО для СГМП, которое устанавливается на ПК и включает в себя программу, предназначенную для настройки, тестирования ГМП, а также для обработки информации о работе СГМП.

Программное обеспечение для системы глубоководных морских пробоотборников

При разработке ПО для СГМП были предъявлены следующие требования:

- программа должна поддерживать разработанный для СГМП протокол обмена данными;
- программа должна обеспечивать настройку параметров работы, тестирование электронных модулей ГМП;
- программа должна преобразовывать полученные от ГМП данные (давление, температура, наличие конденсата, координаты ГМП и др.) и отображать их на экране;
- программа должна обеспечивать запись данных о работе СГМП в файл;
- программа должна иметь удобный, интуитивно понятный интерфейс.

В результате проведенных работ была разработана программа «DSPService». Данное ПО устанавливается на ПК. С помощью программы «DSPService» можно проводить настройку и тестирование ГМП не только через БС посредством радиоканала, но и при непосредственном аппаратном подключении пробоотборника к ПК. Соединение БС или ГМП с компьютером [1] осуществляется через USB. При этом специальный драйвер эмулирует работу стандартного COM-порта [2]. При установке драйвера дополнительно к существующим добавляется виртуальный последовательный порт и ПО, установленное на ПК, обращается к USB, так же как к стандартному COM-порту. Радиосвязь между БС и ГМП организована на OEM беспроводном модуле AC4790 фирмы Aerocomm [3], позволяющем организовать передачу данных по радиоканалу. На рис. 2 представлена блок-схема процедуры обмена данными между ПК с установленным ПО «DSPService», БС и ГМП.

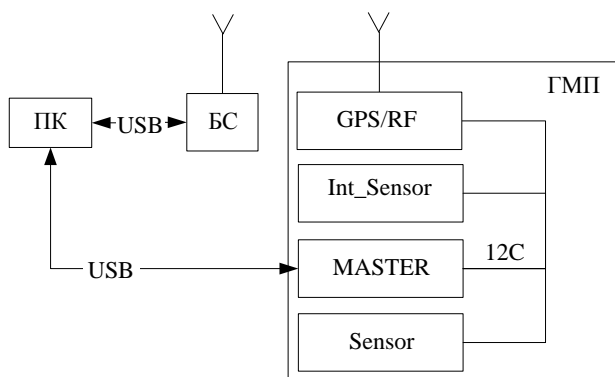


Рис. 2. Блок-схема процедуры обмена данными между ПК, БС и ГМП

Электронная часть ГМП включает в себя четыре микроконтроллера, соединенных шиной I2C [4]. Один из микроконтроллеров осуществляет связь с ПК и выступает в функции «Мастера» (далее – Мастер) на шине I2C. Он также управляет работой трех остальных микроконтроллеров («Slave» – устройств):

- GPS/RF;
- Int_Sensor;
- Sensor.

GPS/RF осуществляет работу с GPS приемником [5] для получения координат местонахождения и радиоканалом для связи с БС. Sensor считывает данные с датчика конденсата, датчиков измерения давления и температуры. Int_Sensor считывает информацию с трехкомпонентного датчика ускорения и датчика угловой скорости. Все данные сохраняются в энергонезависимой памяти.

На рис. 3 представлена блок-схема алгоритма работы программы.

Работа программы «DSPService» начинается с организации цикла для определения номера виртуального COM-порта. В цикле перебираются номера (до 30-го) COM-портов. При каждом успешном открытии происходит передача данных Мастеру. Если полученные данные соответствуют разработанному для СГМП

протоколу обмена данными, то COM-порт считается успешно определенным. В случае возникновения проблем, связанных с подключением ПК через USB к устройству (БС или ГМП), для повторного определения номера виртуального последовательного порта используется кнопка «Connect».

Далее в программе реализуется создание главного окна, вкладки «Commands» и инициализация элементов управления и списка команд для ГМП. После этого на экране появляется окно программы «DSPService», внешний вид которого представлен на рис. 4.

Настройка и тестирование ГМП заключается в формировании запросов на выполнение команд. На вкладке «Commands» представлена таблица, содержащая список всех команд, используемых для работы с ГМП. При выделении строки (поз. 1, рис. 4) с командой в поле «Input Data» появляется описание команды, а для некоторых команд – требования для ввода параметров. Параметры команды вводятся пользователем в окне «Input Data» в указанном формате (поз. 2, рис. 4). Для формирования запроса на выполнение команды необходимо выделить галочкой строку с соответствующим идентификатором (колонок ID) команды (поз. 3, рис. 4) и нажать кнопку «Send» (поз. 4, рис. 4).

Далее в программе происходит формирование пакета данных для передачи через USB. Пакет данных состоит из следующих блоков: заголовков (Header); данные (Datas).

Формат данных [6], предназначенных для передачи через USB, следующий (далее по тексту в скобках указано количество байт):

Header (21), Datas (11).

Формат заголовка (Header) представлен на рис. 5.

Первые три байта в заголовке Header являются командой для БС, где Size – байт, который содержит количество передаваемых байт, начиная со следующего; Com содержит байт с идентификатором команды для БС и резервный байт. С четвертого байта по десятый являются командой для Aerocomm, где 0x81 – константа (1 байт); Size – байт, который содержит количество передаваемых байт, начиная с байта Size в команде для GPS/RF; MAC2, MAC1, MAC0 – 3 байта, которые содержат последние шесть цифр уникального адреса модуля AEROCOMM. С одиннадцатого байта по тринадцатый являются командой для GPS/RF, где Size – байт, который содержит количество передаваемых байт, начиная со следующего; Com содержит байт с идентификатором команды для GPS/RF и резервный байт. С четырнадцатого байта по шестнадцатый являются командой для Мастера, где Size – байт, который содержит количество передаваемых байт, начиная со следующего; Com содержит байт с идентификатором команды для Мастера и резервный байт. С семнадцатого байта по двадцатый являются командой для Slave-устройства, где Addr_I2C – байт с адресом устройства на шине I2C; Size – байт, который содержит количество передаваемых байт, начиная со следующего;

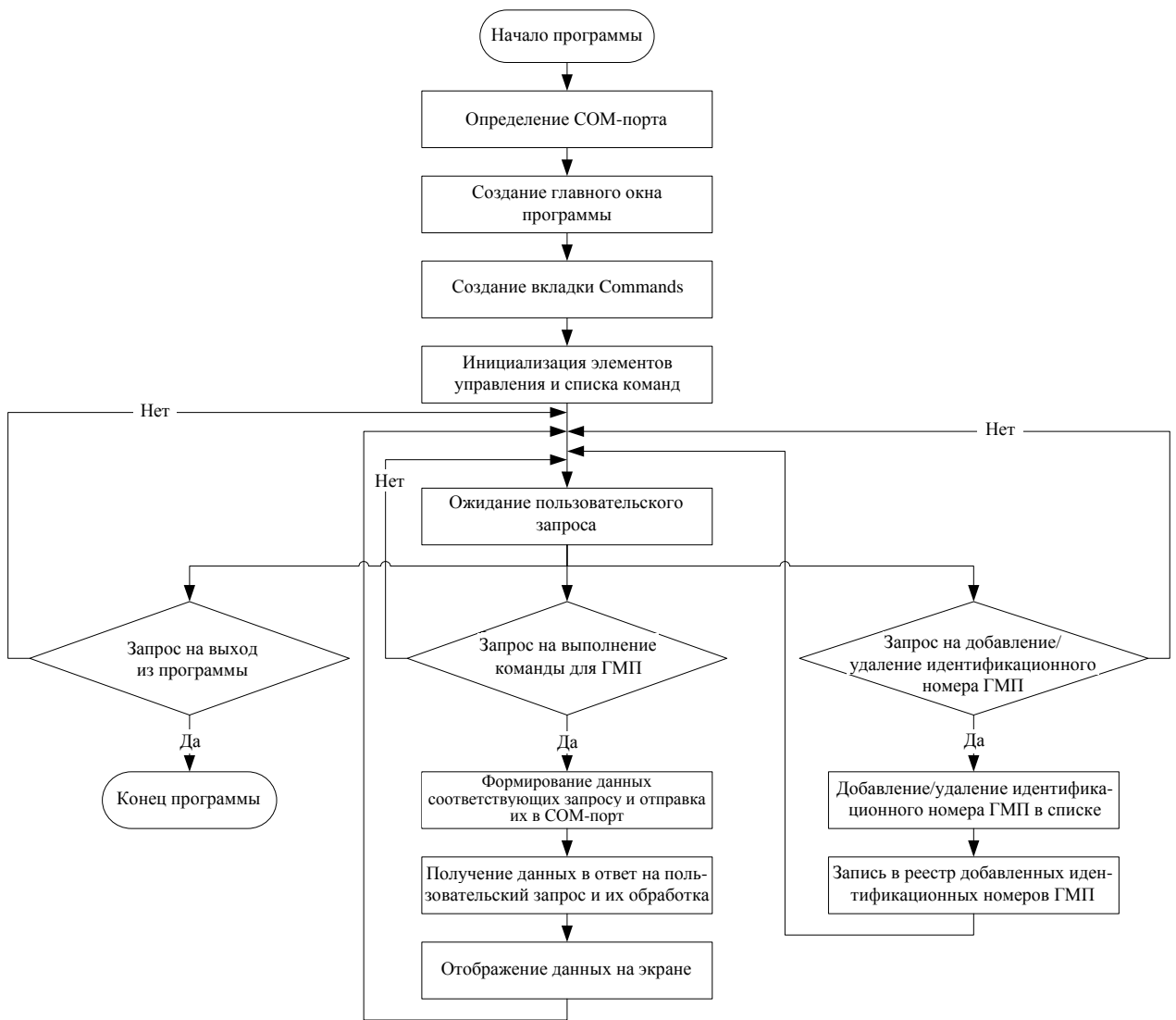


Рис. 3. Блок-схема алгоритма работы программы «DSPService»

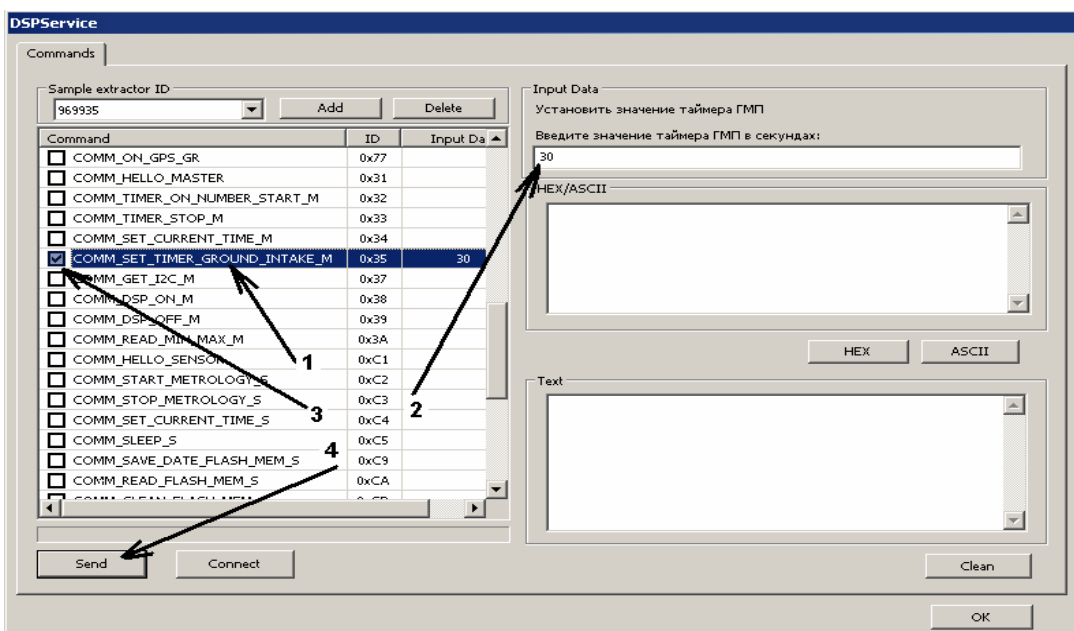


Рис. 4. Окно программы «DSPService»

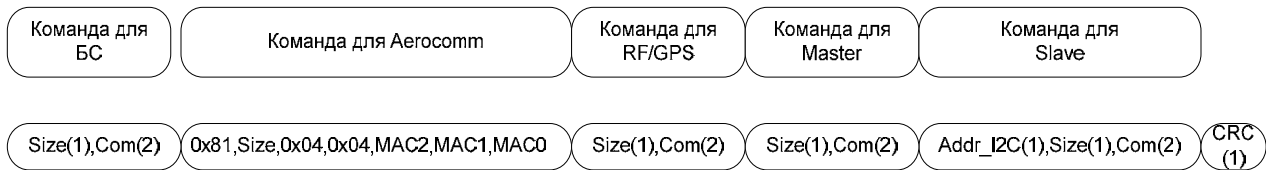


Рис. 5. Заголовок пакета данных

Com содержит байт с идентификатором команды для Slave-устройства и резервный байт. Двадцать первый байт с названием CRC содержит контрольную сумму.

В некоторых пользовательских запросах встречаются параметры выполняемой команды, которые впоследствии помещаются в блок Datas при передаче через USB. Кроме того, блок данных содержит постоянный резерв (Reserve), который представляет собой дополнение блока до длины 11 байт.

Протокол обмена данными организован таким образом, что переданный и полученный на него пакеты данных имеют одинаковые заголовки. Ниже указан формат принятых данных

Header (21), Datas (43).

Формат Datas в этом случае зависит от конкретной команды в заголовке. При этом байты блока данных содержат данные, полученные в ответ на команду пользовательского запроса. Datas также содержит постоянный Reserve, который представляет собой дополнение блока до длины 43 байта.

Для каждой команды пользовательского запроса в программе «DSPService» используется своя функция обработки полученного пакета данных.

В случае, когда требуется выполнить несколько команд, выделение галочкой применяется для всей последовательности. При этом команды выполняются в той очередности, в какой они указаны в таблице. Если при выполнении какой-либо команды параметры для нее не указаны, пользователь получит соответствующее сообщение. После ввода параметров команды возобновится выполнение выделенных команд.

После выполнения команды пользовательского запроса в программе происходит вывод в окно «Text» информации, преобразованной с помощью функции обработки данных (рис. 6). Также в окне HEX/ASCII появляется полученный в ответ на команду запроса пакет данных в 16-ричной системе или в ASCII кодах. Кнопки HEX и ASCII позволяют переключаться между представлениями пакета данных в 16-ричной системе и в ASCII кодах. При выполнении команды чтения энергонезависимой памяти происходит запись в файл данных с внутренних датчиков ГМП. Данная информация необходима для вычисления траектории движения ГМП под водой.

Для удаления накопленных данных в окнах HEX/ASCII и «Text» пользователь может воспользоваться кнопкой «Clean».

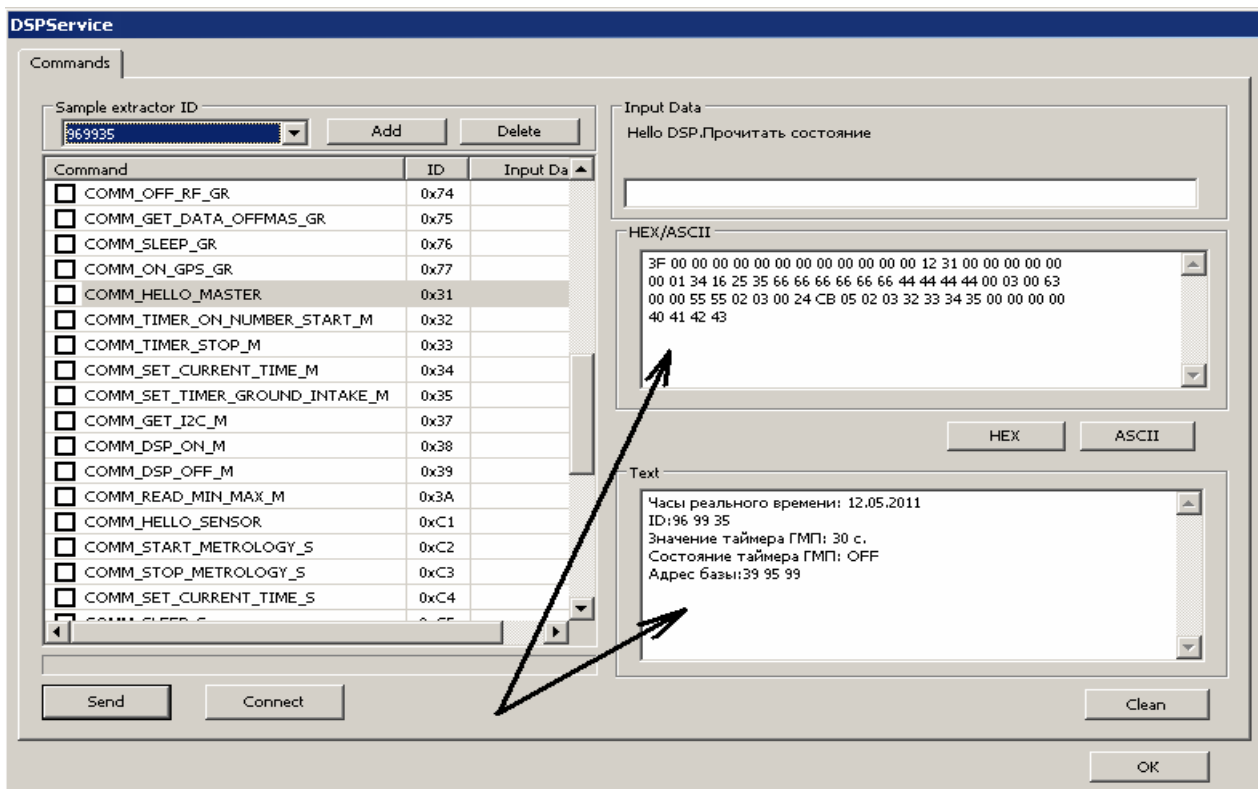


Рис. 6. Окно программы после выполнения команды

Список «Sample extractor ID», представленный на вкладке «Commands», содержит идентификационные номера, которые необходимы в случае работы программы через БС, когда требуется указывать, какому именно ГМП посылается команда пользовательского запроса. В программе предусмотрена возможность добавления и удаления номеров ГМП. Для этого используются соответствующие кнопки «Add» и «Delete». Список идентификационных номеров ГМП хранится в системном реестре.

Работа программы завершается при получении пользовательского запроса на выход из программы (нажатие кнопки ОК).

В ходе разработки ПО «DSPService» были реализованы следующие возможности:

- тестирование электронных модулей ГМП;
- установка текущего времени всем модулям ГМП, что позволяет соотносить полученные от ГПМ данные и временные метки;
- установка периода работы, включения/выключения индикации ГМП, что позволяет использовать соответствующий времени суток режим работы подсветки;
- получение координат местонахождения ГМП, для оценки правильности работы GPS-модуля пробоотборника;
- установка таймера пробоотборника, что позволяет задавать точное время для погружения/всплытия ГМП;
- обработка и вывод на экран данных о работе всей СГМП при погружении, всплытии и дрейфе после всплытия ГМП на поверхность;

– запись в файл информации о работе внутренних датчиков ГМП, которая необходима для вычисления траектории движения ГМП под водой.

Заключение

По результатам проделанной работы можно сделать вывод о том, что разработанная программа «DSPService» удовлетворяет всем предъявленным к ней требованиям. Она предназначена для тестирования электронных модулей ГМП, настройки пробоотборника перед погружением, а также для сбора данных о работе СГМП.

К настоящему времени работоспособность созданного ПО была подтверждена при проведении испытаний в Атлантическом океане пяти собранных опытных образцов ГМП. В случае продолжения работ над СГМП программа «DSPService» будет дорабатываться в соответствии с поставленными в дальнейшем задачами.

Литература

1. Новиков Ю. В., Калашников О. А., Гуляев С. Э. Разработка устройств сопряжения для персонального компьютера. М.: Эком, 1998.
2. Агуров П. В. Интерфейс USB. Практика использования и программирования. СПб.: БВХ-Петербург, 2004.
3. www.Aerocomm.com.
4. The I2C – bus and how to use it.©Philips.
5. www.Trimble.com.
6. Борн Г. Форматы данных. Киев: BHV, 1995.