

Устройство передачи данных на Sim 900D

В. П. Мельчинов, Дь. С. Захаров, Н. С. Неустроев

Северо-восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова Физико-технический институт, Якутск, Россия

Аннотация: Приведено описание устройства передачи данных с использованием GSM модуля Sim900D. Данное устройство может быть использовано для контроля наличия сетевого напряжения, передачи значений температуры и уровня воды в резервуарах в жилых и производственных зданиях при наличии сотовой связи. Основные функции устройства: автоматическая подача сигнала тревоги при отключении энергоснабжения на объекте, контроль окружающей температуры в режиме передачи ее значения по СМС и передача по СМС значений уровня воды в расширительных баках системы отопления. Устройство содержит модуль Sim900D с сим-картой, микроконтроллер PIC16F628, ультразвуковой датчик HC-SR04 и датчик температуры DS18B20. Предусмотрено возможность подключения устройства к компьютеру для проведения отладочных работ рабочих программ микроконтроллера. Питание устройства осуществляется от аккумулятора с напряжением 7-12 В или сетевого адаптера. Достоинством разработанного устройства является его экономичность, надежность, малые размеры и может быть использовано для контроля указанных выше параметров для различных целей в домах и общественных зданиях.

Ключевые слова: программирование микроконтроллеров, GSM модуль, ультразвуковой датчик, датчик температуры.

ВВЕДЕНИЕ

При организации беспроводной передачи используются системы, содержащие GSM модули компании SimCom [1]. Такие модули широко используются при обеспечении охраны и контроля параметров с датчиков, установленных на объектах различного назначения в зоне действия сотовой связи.

Предлагается устройство передачи данных температуры окружающей среды и уровня жидкости воды в цистернах или других емкостях с использованием GSM модуля Sim900D. Выбор данного GSM модуля определяется его надежностью, возможностью ручной или автоматической пайки, стабильной работой при изменении питающих напряжений 3,3 – 4,8 В, что позволяет использовать микроконтроллеры семейства PIC16 с напряжением питания 3-5,5 В без схемы согласования по уровню [2].

Данное устройство подойдет для организации безопасности небольших объектов, не требующих профессиональной охраны. Достаточно простая установка, настройка и использование делают это устройство привлекательным для пользователей ранее не знакомых с подобными устройствами. Использование счетно-решающей составляющей части программы при обработке результатов измерения ультразвуковым датчиком дает возможность определить уровень оставшейся в резервуаре жидкости, что позволит контролировать расход воды и своевременно заполнять системы отопления и водоснабжения, как в личном хозяйстве, так и на предприятиях. Устройство работает в зоне действия сотовой связи на частотах 850/900/1800/1900 МГц и совмещает охранную систему с возможностью

удаленного контроля температуры и датчика уровня воды по запросу с телефона владельца. В памяти микроконтроллера сохраняется один номер телефона, который может быть изменен.

1. ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА

Программа управления устройством для микроконтроллера PIC16F628, написана на языке Ассемблер.

Ультразвуковой датчик HC-SR04 имеет собственный встроенный микроконтроллер и работает на частоте 40 кГц, измеряемое расстояние до 4 м [3]. Для генерации ультразвука нужно установить триггерный вывод в высокое состояние на 10 мкс. Это позволит организовать 8 циклов передачи и приема ультразвукового сигнала. На выводе Echo ультразвукового датчика выводится время между излученным и отраженным сигналами в микросекундах.

Цифровой датчик температуры DS18B20 имеет пределы измерения от -55 °С до + 125 °С с точностью не хуже ±0,5°С. Разрешение датчика температуры настраивается пользователем до 9, 10, 11 или 12 бит [4]. Датчик может питаться от 3 В до 5,5 В и потреблять всего 1 мА во время активных преобразований температуры.

Принципиальная схема устройства приведена на Рис. 1. Питание узлов устройства осуществляется от регулируемого стабилизатора напряжения LM317T с напряжением 4,6 В, что позволяет обойтись без преобразователя уровня между GSM модулем и микроконтроллером. Также от этого стабилизатора питаются все микросхемы для связи с компьютером, ультразвуковой и температурный датчики.

Работоспособность устройства была промоделирована в среде *DipTrace*, разработана и изготовлена печатная плата, проверена работоспособность устройства. В режиме ожидания устройства предусмотрено включение «спящего» режима для GSM модуля и уход в дежурный режим микроконтроллера PIC16F628. Основными потребителями тока в режиме ожидания являются делители напряжения для стабилизатора напряжения и падение напряжения на нем. В режиме ожидания при отключенных микросхемах связи с компьютером ток потребления не превышает 10 мА.

2. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ УСТРОЙСТВА

Для управления устройством была написана программа для микроконтроллера PIC16F628. Микроконтроллер запрашивает данные температуры DS18B20, управляет процессом измерения уровня жидкости посредством ультразвукового датчика HC-SR04 и переводом в значение глубины жидкости в резервуаре, обеспечивает прием и отправку СМС посредством GSM модуля. Далее происходит отправка преобразованных данных посредством модуля SIM900D. Эта программа управляет также обменом данных между GSM модулем и датчиками температуры и уровня жидкости. После инициализации датчиков и настройки режима работы GSM-модуля устройство переходит в режим ожидания сообщений. Команды управления устройством через СМС-запрос приведены в *Таблице*.

Блок схема основной программы приведена на *Рис 2*. Для записи в память микроконтроллера номера телефона пользователя отправляется СМС «*SetThisNumber*», который позволяет сохранить номер отправителя в энергонезависимую память микроконтроллера. Затем выполняется запрос данных с датчиков и на данный номер телефона отправляется СМС с результатами измерений. Данный номер в дальнейшем будет использоваться в режиме автономной работы устройства.

Как видно из *Таблицы 1* сообщения «*SetThisNumber*», «*T*», «*R*» являются командой запроса данных с датчиков. По приему команды управления «*T*» выполняется запрос температуры с датчика DS18B20 и отправка данных на установленный номер телефона. Аналогично, при получении команды «*R*» выполняется

подпрограмма работы с ультразвуковым датчиком расстояния HC-SR04 и отправка измеренного расстояния от установленной высоты (положение устройства) до поверхности жидкости.

Таблица

Команды управления

Команда управления	Расшифровка
<i>SetThisNumber</i>	Сохранения номера в энергонезависимую память и отправка данных со всех датчиков и модулей.
<i>T</i>	Запрос данных с датчика температуры
<i>R</i>	Данные полученные с ультразвукового датчика расстояния
<i>ObratnoeR</i>	Значение высоты, на котором установлено устройство, задаваемое для расчета уровня воды в зависимости от расстояния получаемое с ультразвукового датчика
<i>Glubina</i>	Значение уровня воды

Калибровка измерений глубины жидкости в резервуаре осуществляется посредством отправки команды «*ObratnoeR*» с указанием высоты, на котором установлено устройство, относительно дна резервуара. Для запроса значения текущего уровня воды отправляется СМС с командой «*Glubina*».

После режима ожидания сообщений микроконтроллер переводит GSM-модуль в режим низкого энергопотребления (спящий режим) и переходит в режим автономной работы, в котором в зависимости от выставленного значения времени (1 мин.-1 ч.) устройство просыпается и отправляет данные с датчиков на сохраненный номер.

В подпрограмме для работы с ультразвуковым датчиком определены триггерный вывод (*trigPin*) и эхо-вывод (*echoPin*). Также заданы переменные для измеренного расстояния и длительности импульса. В начале подпрограммы триггерный вывод (*trigPin*) устанавливается в низкое состояние (лог. 0) на 2 мкс. Блок схема подпрограммы работы с ультразвуковым датчиком приведена на *Рис 3*.

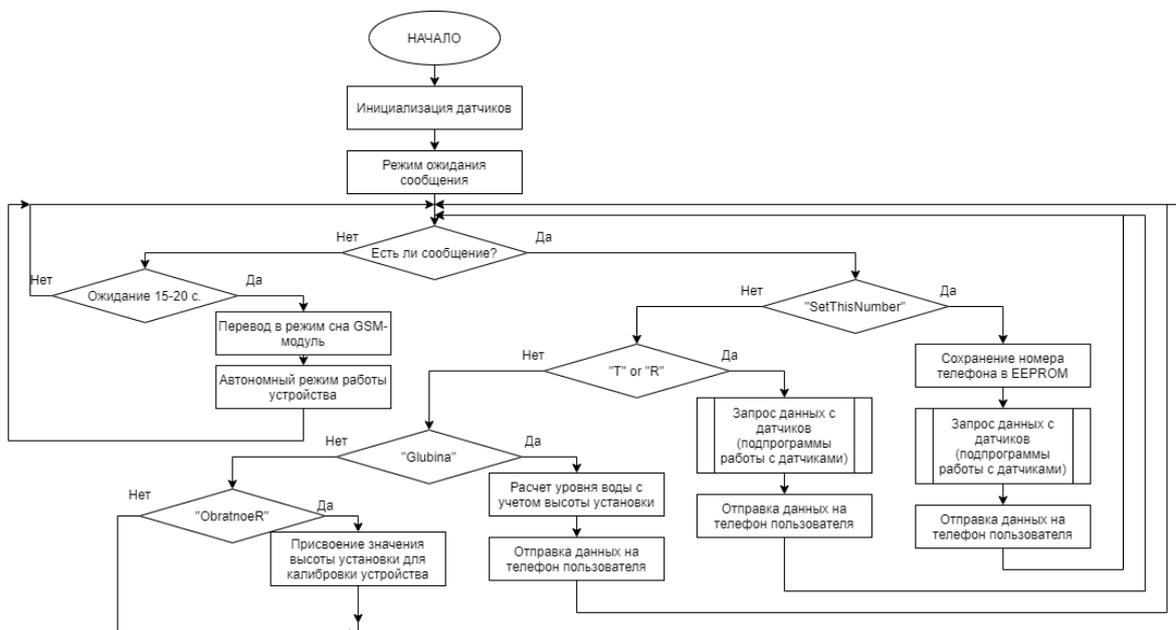


Рис. 2. Блок схема основной программы

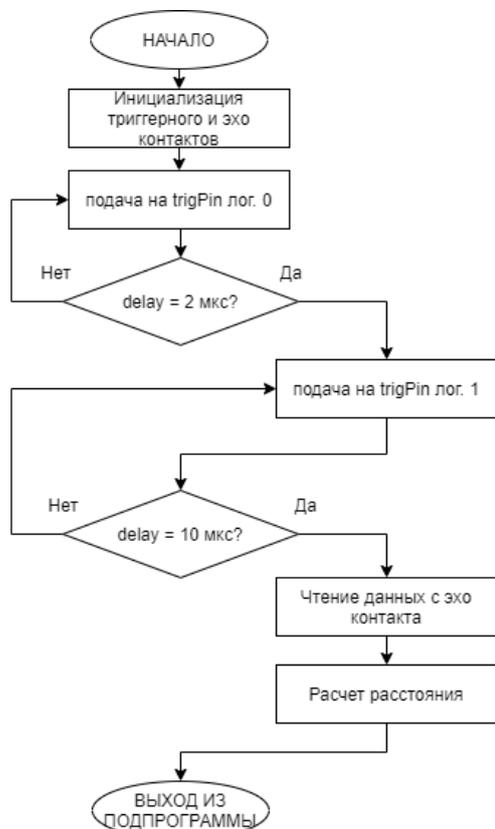


Рис. 3. Блок- схема работы с ультразвуковым датчиком

Для генерации ультразвуковой волны на триггерный вывод подается логическая 1 на 10 мкс. Посредством команды pulseIn считывается длительность импульса на эхо-выводе, которая

равна длительности между излучаемым и отраженным сигналом. В результате функция возвращает длительность задержки в микросекундах. Для получения расстояния необходимо умножить длительность на 0,034 и разделить ее на 2. В данном случае 0,034 это скорость звука в см/мкс, а деление на 2 обусловлена прохождением волны, расстояния вдвое больше самой глубины за счет отражения. Для работы с датчиком температуры DS18B20 необходимо следовать 3 шагам запроса:

1. Инициализация
2. Команда ROM
3. Функциональная команда датчика

При процессе инициализации датчика на вывод обмена данными с датчиком DQ, которое изначально имеет высокое состояние (лог. 1) подается низкий уровень с длительностью 480 мкс и обратно устанавливается высокий уровень (проверка присутствия). В ответ спустя 15-60 мкс. датчик температуры должен отправить логический 0 с длительностью 60-240 мкс и установить высокий уровень. Команды ROM это шестнадцатизначный код для выполнения запроса непосредственно с датчика (чтение температуры, поиск аварийных датчиков, чтение памяти и т.д.). Если в устройстве используется только 1 датчик температуры, то команда ROM пропускается. После команды ROM выполняется функциональная команда. В первом цикле это команда конвертирования температуры (измерение). По завершению конвертирования на шине происходит изменения состояния с низкого на высокий. Измеренная температура сохраняется

в память датчика температуры. Для чтения данных с датчика необходимо, так же выполнить первые два шага: инициализация и команда ROM. Далее по команде чтения датчик отправляет данные о температуре с памяти на микроконтроллер. Блок-схема подпрограммы работы с датчиком температуры приведена на Рис. 4.

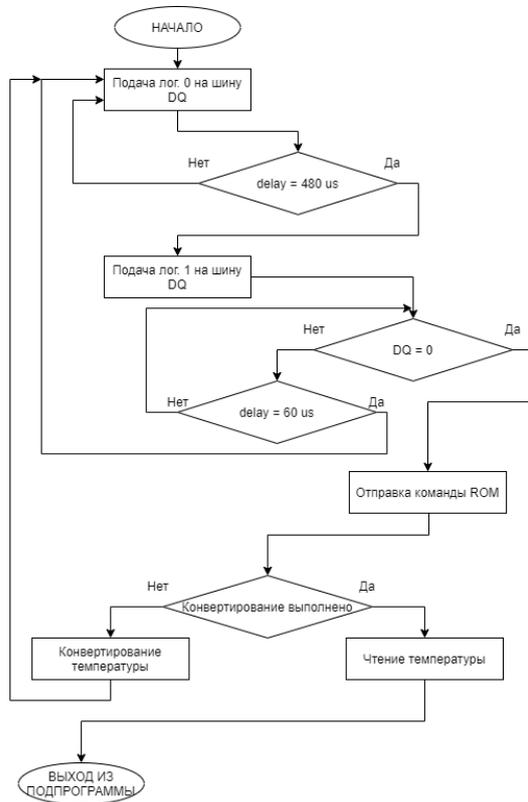


Рис. 4. Блок-схема работы с датчиком температуры DS18B20

3. ПРИНЦИП РАБОТЫ УСТРОЙСТВА

Алгоритм работы устройства заключается в следующем. Оператор отправляет СМС со своего телефона с кодовыми словами на номер устройства, а в ответ приходит СМС со значением температуры и расстояния до поверхности воды. При этом номер телефона, с которого было отправлено СМС с кодовыми словами, сохраняется в энергонезависимой памяти микроконтроллера. И на этот номер телефона в последующем устройство будет отправлять данные по СМС-запросу. Данные с устройства также отправляются в виде СМС. В случае если поступит запрос на номер сим-карты устройства о передаче данных с другого номера, ответное СМС будет отправлено на первоначально зарегистрированный номер телефона. Для смены номера телефона оператору достаточно отправить СМС с кодовыми словами с соответствующего

телефона, тогда в памяти микроконтроллера будет сохранен новый номер телефона.

Далее через сотовый телефон оператор вводит в память устройства начальное расстояние (высота): это может быть критический уровень воды (высота) во время наводнения в месте установки устройства или начальное расстояние устройства над водой. Если не вводить начального расстояния, то устройство будет посылать расстояние от устройства до поверхности воды. При введении критического расстояния (высоты) устройство, кроме расстояния до поверхности воды будет отправлять СМС, которое содержит значение разности высот между критическим уровнем и измеренным расстоянием до поверхности воды. Таким образом, при запросе оператора будут переданы значения расстояния от устройства до поверхности воды и значение критического уровня воды (высоты) по известному критическому уровню на момент измерения. Вычисления критического (абсолютного) уровня водоема (высоты) производит микроконтроллер в процессе передачи данных. По результатам измерений устройство может рассчитать скорость увеличения уровня воды за определенное время и передать по СМС по запросу оператора.

Для получения отдельных значений температуры, расстояния до поверхности или значения высоты абсолютного уровня оператору достаточно отправить SMS-сообщение с соответствующей командой.

Если на устройство не поступают СМС-запросы, устройство работает автономно и отправляет данные о температуре и расстояниях через промежутки времени, которые заложены при программировании микроконтроллера и могут варьировать от одной минуты до одного часа.

Устройство обладает малым потреблением электроэнергии за счет схемотехнических и программных решений: в режиме ожидания все энергопотребляющие компоненты отключены, а GSM модуль уходит в сон. Энергопотребление снижается до 10 мА. В отсутствии подзарядки от солнечной панели устройство может работать в течении одного месяца при использовании аккумуляторов повышенной емкости. При использовании солнечных малогабаритных панелей устройство может работать автономно в течении всего весенне-летнего периода.

Устройство было отлажено и протестировано в полевых условиях. Результаты вывода данных на сотовый телефон владельца показаны на Рис 5.

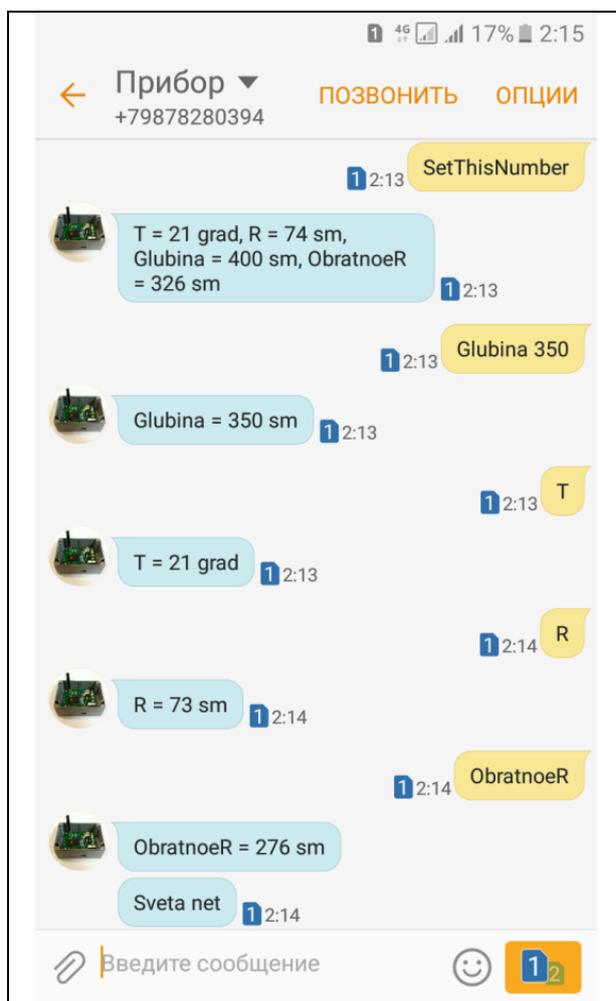


Рис. 5. Вывод данных на дисплее сотового телефона

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе описано устройство для передачи данных посредством GSM модуля Sim900D. Написана и выполнена отладка программы для микроконтроллера PIC16F628 при измерениях и отправке значений температуры и расстояния до поверхности жидкости. Реализовано измерение глубины жидкости в емкости с использованием эффекта отражения ультразвука от поверхности жидкости.

Испытания данного устройства в натуральных условиях показали его работоспособность и надежность. Достоинством данного устройства является малое потребление тока в режиме ожидания.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Sim Technology Official Site [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.sim.com (дата обращения: 21.01.2018).
- [2] А. В. Волков, А. Д. Нуштайкина Разработка системы удаленного контроля на GSM модуле SIM900D// XLVI Огаревские чтения. Материалы научной конференции: В 3-х частях. Ответственный за выпуск П. В. Сенин. 2018. Издательство: Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва (Саранск). 269-273.
- [3] HC-SR04 Datasheet // Electronic Components Datasheet URL: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/1132203/ETC2/HC-SR04.html> (дата обращения: 10.08.2018).
- [4] DS18B20 Datasheet // Electronic Components Datasheet URL: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/227472/DALLAS/DS18B20.html> (дата обращения: 10.08.2019).



Виктор Петрович Мельчинов – к. ф.-м. н., доцент кафедры радиофизика и электронные системы ФТИ СВФУ
E-mail: melchinovvp@mail.ru



Дьулустаан Семёнович Захаров – аспирант 1 курса кафедры Вычислительные технологии ИМИ СВФУ
E-mail: zakharovjulus@gmail.com



Никита Сергеевич Неустроев – студент 2 курса магистратуры кафедры Радиофизика и электронные системы ФТИ СВФУ
E-mail: neustroev-nikita@bk.ru

Статья поступила 19.05.2021

The Device of Data Transmission for Sim 900D

V.P. Melchinov, J. S. Zakharov, N. S. Neustroev

North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosova Institute of Physics and Technology, Yakutsk, Russia

Abstract: The description of the device of data transmission using the GSM module Sim 900D is presented. This device is used to monitoring the presence of voltage, transmit the temperature value and water level in reservoirs in residential and industrial buildings in the presence of cellular communication. The main functions of the device: automatic supply alarm signaling when the power supply disconnection at the facility, monitoring the ambient temperature in the mode of

transmitting its value over SMS and sending over SMS the values of the water level in the expansion tanks of the heating system. The device comprises a SIM900D module with a SIM card, a PIC16F628 microcontroller, an HC-SR04 ultrasonic sensor and a DS18B20 temperature sensor. Connection the device to a computer for debugging of the microcontroller operating programs is provided. The device is powered by a 7-12 V battery or a power adapter. The advantage of the developed device is its efficiency, reliability, small size and is used to control the above parameters for various purposes in private houses and in the country house.

Key words: microcontroller programming, GSM module, ultrasonic sensor, temperature sensor.

REFERENCES

- [1] Sim Technology Official Site [Jelektronnyj resurs] – Rezhim dostupa: www.sim.com (21.01.2018).
- [2] A. V. Volkov, A. D. Nushtajkina Razrabotka sistemy udalennogo kontrolja na GSM module SIM900D// XLVI Ogarevskie chtenija. Materialy nauchnoj konferencii: V 3-h chastjah. Otvetstvennyj za vypusk P. V. Senin. 2018. Izdatel'stvo: Nacional'nyj issledovatel'skij Mordovskij gosudarstvennyj universitet im. N. P. Ogarjova (Saransk). 269-273.
- [3] HC-SR04 Datasheet // Electronic Components Datasheet URL: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/1132203/ETC2/HC-SR04.html> (10.08.2018).
- [4] DS18B20 Datasheet // Electronic Components Datasheet URL: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/227472/DALLAS/DS18B20.html> (10.08.2019).



Julustan Semyonovich Zakharov - 1st year postgraduate student of the Department of Computational Technologies, Institute of Mathematics and Informatics NEFU.
E-mail: zakharovjulus@gmail.com



Nikita Sergeyevich Neustroev – student of the 2nd year of the master's program of the Department of Radiotechnics and Information Technologies, Institute of Physics and Technologies NEFU.
E-mail: neustroev-nikita@bk.ru



Viktor Petrovich Melchinov – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Radiotechnics and Information Technologies, Institute of Physics and Technologies NEFU
E-mail: melchinovvp@mail.ru

The paper has been received on 19/05/2021.