

УДК 004.738.5:621.391

## ИНТЕРНЕТ-ВЕЩЬ «УМНАЯ БУТЫЛЬ»

**Бондаренко Д.С., Росляков А.В.**

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики»,  
Самара, e-mail: ds.bondarenko@mail.ru*

Представлена практическая реализация интернет-вещи «умная бутылка» для «умного дома» или «умного офиса» в рамках концепции Интернета вещей в виде автономной беспроводной приставки для автоматического заказа бутылки с водой через Интернет, использующей современные инфокоммуникационные технологии. Произведен анализ и выбор датчика уровня воды в бутылки. Разработано аппаратное обеспечение приставки, в состав которого входит емкостной датчик уровня воды, контроллер, модуль Wi-Fi со встроенной антенной, аккумуляторная батарея, зарядный блок. Программное обеспечение контроллера приставки обеспечивает прием и обработку информации от датчика уровня воды, формирование информации об отсутствии воды в бутылки, организует энергоэффективный режим работы модуля беспроводной связи на базе технологии Wi-Fi для передачи информации через Интернет на сайт поставщика бутилированной воды для автоматического заказа новой бутылки. Приставка может использоваться совместно с диспенсерами/кулерами для воды любого типа, а также с обычными пластиковыми бутылками объемом 12 или 19 литров с ручной помпой. Изготовлен прототип приставки, определена продолжительность его работы от аккумуляторной батареи. Потенциальными потребителями приставки являются любые организации и фирмы, использующие в своих офисах и производственных помещениях бутилированную воду, а также население.

**Ключевые слова:** интернет-вещь, приставка «умная бутылка», кулер/диспенсер для воды, датчик уровня воды, контроллер, сеть Wi-Fi, мобильное приложение

## INTERNET THING «SMART BOTTLE»

**Bondarenko D.S., Roslyakov A.V.**

*The Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics», Samara, e-mail: ds.bondarenko@mail.ru*

The practical implementation of the Internet thing «smart bottle» for «smart home» or «smart office» within the concept of the Internet of Things in the form of an autonomous wireless set-top box for automatic ordering of a bottle of water via the Internet using modern infocommunication technologies is presented. The analysis and selection of the water level sensor in the bottle has been performed. The hardware of the set-top box has been developed, which includes a capacitive water level sensor, a controller, a WiFi module with a built-in antenna, a rechargeable battery, and a charging unit. The set-top box controller software provides reception and processing of information from the water level sensor, the formation of information about the absence of water in the bottle, organizes an energy-efficient mode of operation of the wireless communication module based on WiFi technology to transmit information via the Internet to the website of the supplier of bottled water for automatic ordering of a new bottle. The attachment can be used in conjunction with dispensers/coolers for water of any type, as well as with ordinary plastic bottles of 12 or 19 liters with a manual pump. A prototype of the set-top box was made, the duration of its operation from the battery was determined. Potential consumers of the set-top box are any organizations and companies that use bottled water in their offices and industrial premises, as well as the population.

**Keywords:** Internet thing, «smart bottle» set-top box, water cooler/dispenser, water level sensor, controller, WiFi network, mobile application

Интернет вещей IoT (Internet of Things) [1], как новый этап развития Интернета и инфокоммуникационных технологий, в последние годы все чаще проявляется в виде реальных проектов «умного» офиса или «умного» дома, с помощью которых можно автоматизировать повседневные процессы управления офисным пространством или бытовыми приборами в жилом помещении. Технологии IoT объединяют офисную или бытовую технику, датчики и приборы в единую мультисистему, где они могут обмениваться информацией и взаимодействовать друг с другом, а также иметь выход на внешние интернет-приложения. И основой таких решений являются «умные» вещи, которые помогают человеку в его повседневной жизни как на работе, так и дома.

В настоящее время большинство работодателей для своих сотрудников вынуждены устанавливать в офисах водные охладители (кулеры) или дозаторы (диспенсеры) и систематически закупать для бутилированную воду. Все чаще кулеры/диспенсеры или просто бутылки с ручной помпой используют также в частных домах и квартирах. При этом одной из главных проблем являются возможные перебои с наличием в помещении питьевой воды. Для ее решения необходимо своевременно заказывать у поставщика новые бутылки с водой. В настоящее время эта задача решается в основном вручную с помощью телефонных звонков, СМС или электронных писем в адрес поставщика воды. При этом тратится время на заказ (часто трудно дозвониться до служ-

бы заказа), высока вероятность несвоевременного заказа, и, следовательно, возможны перебои с наличием питьевой воды в офисе/квартире.

Разработано аппаратно-программное решение «умной бутылки» в виде автономной беспроводной приставки к бутылки/кулеру/диспенсеру, которое позволяет полностью автоматизировать процесс контроля наличия бутилированной воды и обеспечить автоматический заказ новой бутылки у поставщика воды через Интернет. При этом осуществляется автоматическое уведомление пользователей об окончании воды в бутылки, предупреждаются возможные перебои с наличием питьевой воды в офисе/квартире, полностью устраняются ручные операции при заказе воды, и тем самым освобождаются от этой работы административные непрофильные ресурсы организации. Приставка может служить основой для построения автоматической системы заказов бутылей для поставщиков бутилированной воды с возможностью для доступа к управлению поставками воды через мобильное приложение или веб-браузер, получения точных данных и формирования разнообразной статистики/аналитики/прогнозов потребления воды для точного планирования.

Общими недостатками известных конструкций простых водных кулеров/диспенсеров является отсутствие контроля за наличием воды в бутылки и автоматизации процесса заказа новой бутылки с водой. В то же время имеются зарубежные «умные» кулеры/диспенсеры для воды (например, Standup Bevi [2], Waterlogic [3] и др.), а также отечественные разработки [4-6], которые обеспечивают автоматический контроль наличия воды, а также заказ новых бутылей через Интернет. Однако такие промышленные продукты имеют высокую стоимость (иногда до десятков тысяч рублей), сложны в настройке и эксплуатации. Кроме этого, имеются технические предложения, основанные на дооборудовании существующих кулеров/диспенсеров с целью контроля наличия воды и автоматического заказа бутылей [7]. Эти решения более дешевые, но требуют конструктивного вмешательства в кулеры/диспенсеры, которое может быть выполнено только квалифицированными специалистами. К тому же они питаются от электросети 220 В или от блока питания кулера/диспенсера. Но самый главный их недостаток – они не могут работать с обычными пластиковыми бутылками емкостью 12 или 19 литров, оборудованными ручной помпой для воды.

Разрабатываемая приставка «умная бутылка» должна удовлетворять следующим требованиям:

1. Приставка должна выполнять автоматический заказ бутылки с водой через интернет-сайт поставщика бутилированной воды при понижении уровня воды в бутылки ниже установленного значения. Потребитель не должен принимать никакого участия в работе приставки, кроме установки ее на нужном уровне на бутылки и подключения внешнего источника питания при зарядке аккумуляторной батареи.

2. Приставка должна посылать оповещение пользователю о понижении уровня воды в бутылки ниже установленного значения через мобильное приложение.

3. Приставка должна иметь малые габариты и вес, чтобы не затруднять обычной эксплуатации пластиковой бутылки с ручной помпой для воды или промышленного кулера/диспенсера. Установка приставки не должна требовать вмешательства в конструкцию ручной помпы для воды или кулера/диспенсера.

4. Приставка должна иметь низкое энергопотребление, чтобы обеспечить возможность ее работы длительное время от внутренней аккумуляторной батареи. Аккумуляторная батарея приставки должна заряжаться от внешнего источника питания 5В.

5. Приставка не должна иметь никаких проводных соединений как с сетью связи, так и с сетью переменного тока 220В. Для выхода в сеть Интернет и связи с потребителем необходимо использовать беспроводное соединение по радиоканалу.

6. Приставка не должна иметь низкую стоимость для обеспечения ее коммерческой привлекательности для изготовителей и востребованности потребителями.

#### **Материалы и методы исследования**

Основной проблемой при разработке «умной бутылки» был выбор датчика, позволяющего измерять уровень воды в бутылки, так как он существенно влияет на конструкцию и принцип работы всей приставки в целом. При выборе типа датчика учитывались следующие требования:

1. Датчик должен определять понижение уровня воды в стандартных пластиковых бутылках объемом 12 или 19 литров ниже установленного значения.

2. Датчик не должен иметь прямого контакта с питьевой водой.

3. Датчик не должен нарушать целостности пластиковой бутылки с водой.

4. Датчик должен легко крепиться к бутылки.

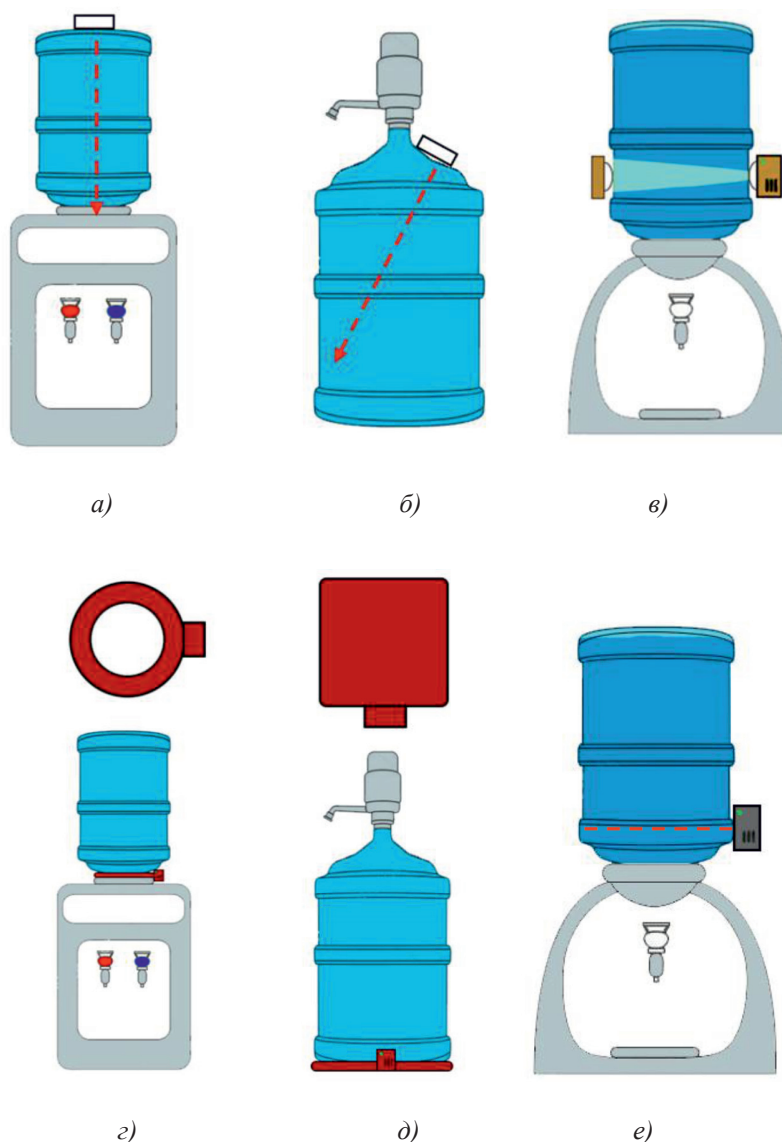


Рис. 1. Варианты крепления различных типов датчиков уровня воды на бутылки с ручной помпой или кулере/диспенсере: а) и б) ультразвуковой; в) фотоэлектрический; г) и д) тензометрический; е) емкостной

5. Датчик не должен создавать помех в работе промышленно выпускаемых водных кулеров/диспенсеров и не требовать какого-либо соединения с ними.

6. Датчик должен иметь небольшое энергопотребление и работать от источника постоянного напряжения 3–5 Вольт.

7. Датчик должен иметь небольшие размеры и вес.

8. Датчик должен иметь небольшую стоимость.

Были проанализированы возможности использования для реализации «умной бутылки» датчиков 4 типов, с помощью которых можно определить уровень в бу-

тыли: ультразвуковой, фотоэлектрический, тензометрический и емкостной.

1. Ультразвуковой датчик посылает ультразвуковые импульсы в направлении поверхности измеряемой среды, от которой они отражаются и снова принимаются приемником датчика. Встроенный в датчик микропроцессор измеряет промежуток времени между отправкой и приемом импульса, а затем по этому времени и скорости звука рассчитывает расстояние между мембраной сенсора и поверхностью измеряемой среды. При использовании с кулером/диспенсером такой датчик можно разместить на дно бутылки (рис. 1, а). При использовании бу-

тыли с ручной помпой сложно разместить такой датчик (рис. 1, б). В любом случае звуковой волне понадобится два раза проходить через слой пластика, поэтому придется увеличивать мощность излучателя и чувствительность приемника. Вдобавок необходимо тщательно настраивать такое устройство, чтобы оно реагировало только на волну, отраженную от поверхности воды, а не от стенки бутылки.

2. Фотоэлектрический датчик прямого луча состоит из излучателя и приемника света, которые располагаются таким образом, чтобы максимальный объем излучаемого света попадал на приемник. Когда вода в бутылки перекрывает луч, приемник имеет один статус. Когда вода выходит за пределы луча, выходной статус сигнала приемника изменяется (рис. 1, в). Такие датчики сложны в реализации, требуют высокочувствительных приемников и могут работать некорректно при комнатном дневном освещении.

3. Тензометрический датчик может измерить вес установленной на него бутылки, через который косвенным образом можно измерять и объем воды в бутылки. Но такой датчик, размещаемый под бутылку, имеет большие габариты, и необходимо использовать две различные его конструкции для работы с кулером/диспенсером (рис. 1, г) и для бутылки с ручной помпой (рис. 1, д).

4. Емкостной датчик отслеживает изменение диэлектрической проницаемости и таким образом может определять наличие или отсутствие воды на уровне крепления его на бутылки (рис. 1, е). Такой датчик имеет малые габариты, дешевый, не требует сложных схем управления и позволяет создать полностью универсальную приставку, которая сможет работать с любыми кулерами/диспенсерами и даже просто с бутылками с ручной помпой.

## Результаты исследования и их обсуждение

Разработанная приставка представляет собой автономное устройство в виде аппаратно-программного комплекса, включающего емкостной датчик уровня воды, микроконтроллер с соответствующим программным обеспечением, модуль беспроводной связи Wi-Fi со встроенной антенной, аккумуляторную батарею и зарядный блок (рис. 2). Использование беспроводной технологии Wi-Fi обусловлено тем, что в настоящее время практически в каждом офисе или квартире имеется точка доступа Wi-Fi, подключенная к Интернету. Можно использовать и другие энергоэффективные технологии беспроводной связи (6LoWPAN, LoRaWAN, BLE и др.), но в этом случае потребуются наличие второго устройства этой же радиотехнологии, подключенного к сети Интернет, что усложнит и удорожит использование приставки в офисах и жилых помещениях.

Приставка, закрепленная на бутылки, периодически проверяет наличие воды на уровне своего крепления. Пользователь сам выбирает подходящую для него высоту измерения для обеспечения соответствующего упреждения опорожнения бутылки. Частота опроса датчика уровня воды контроллером может устанавливаться программно, и от нее зависит энергопотребление приставки. Как только датчик зафиксирует понижение уровня воды в бутылки ниже установленного значения, контроллер формирует http-сообщение и передает его с помощью модуля Wi-Fi через существующую в офисе/квартире точку доступа Wi-Fi в Интернет на сайт компании-поставщика бутылкированной воды. Одновременно с этим передается сообщение об окончании воды в бутылки через специальное мобильное приложение пользователю.

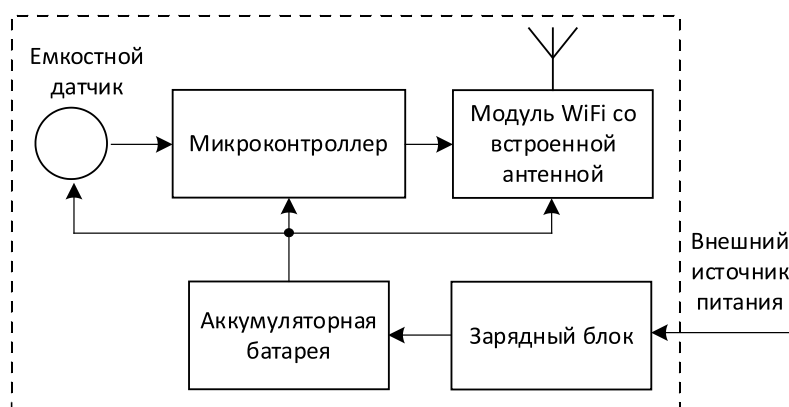


Рис. 2. Структурная схема приставки «умная бутылка»

Изготовлен прототип приставки с использованием бесконтактного датчика уровня жидкости ХКС-Y25-NPN, платформы Arduino MKR1000 WI-FI, литий-полимерной аккумуляторной батареи 1700 мАч, 3,7 В. В состав платформы Arduino MKR1000 WI-FI входят микроконтроллер Atmel SAMD21 ARM Cortex-M0+, 48 МГц, 32 Кб SRAM, 256 Кб flash памяти, Wi-Fi-чип WINC1500, 2,4 ГГц, IEEE 802.11 b/g/n с низким энергопотреблением, внутренняя Wi-Fi-антенна PCB 1x1, крипточип ECC508 CryptoAuthentication для безопасной связи по Wi-Fi, схема зарядки, которая позволяет заряжать литий-полимерный аккумулятор с напряжением 3,7 В от внешнего источника питания с напряжением 5 В через встроенный порт USB. Программное обеспечение приставки реализовано с помощью среды программирования Arduino IDE. Проведенные теоретические расчеты и практические испытания подтвердили возможность автономной работы приставки от аккумуляторной батареи емкостью 1700 мАч в течение недели.



Рис. 3. Крепление прототипа приставки к бутылки с водой

Корпус прототипа приставки имеет прямоугольную форму, внутри него находятся специальные места для крепления всех электронных компонентов. Приставка крепится к бутылки с водой с помощью эластичной ленты, к одному ее концу прикреплен

крючок, который вставляется в паз на левой стенке корпуса (рис. 3). На правой стенке корпуса находится специальная выемка под крючок. Второй конец ленты закреплен на оси внутри корпуса, которая имеет зубчатое колесо, расположенное на нижней стенке, для ручного сматывания ленты внутрь корпуса приставки при ее транспортировке. Большинство элементов корпуса приставки напечатаны на 3D-принтере с использованием пластика PLA.

### Выводы

Разработанная автономная беспроводная приставка к бутылки с водой удовлетворяет всем вышеперечисленным требованиям. Простота и дешевизна приставки позволяют реализовать интернет-вещь «умная бутылка», которая может быть использована совместно с различными решениями «умного дома» или «умного офиса». Потенциальными потребителями приставки являются любые организации и фирмы, использующие в своих офисах и производственных помещениях бутилированную воду, а также население. Приставка может использоваться совместно с диспенсерами/кулерами для воды любого типа, а также с обычными пластиковыми бутылками объемом 12 или 19 литров с ручной помпой.

*Работа поддержана грантом по программе Фонда содействия инновациям «УМНИК-19» (Цифровая экономика) (117ГУЦЭС8-D3/56510 от 22.12.2019).*

### Список литературы

1. Росляков А.В., Ваняшин С.В., Гребешков А.Ю., Самсонов М.Ю. Интернет вещей. Самара: ПГУТИ, ООО «Издательство Ас Гард», 2014. 342 с.
2. Bevi. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.bevi.co/products/> (дата обращения: 01.09.2020).
3. Waterlogic. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.waterlogic.com/> (дата обращения: 01.09.2020).
4. Monolith – «умный» кулер для воды от российских разработчиков. [Электронный ресурс]. URL: <https://vc.ru/flood/25584-monolith> (дата обращения: 01.09.2020).
5. Умный Кулер. Комплексное решение по поставке питьевой воды в офисы. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.ibm.com/ru/watson-moscow-summit/assets/files/17.15\\_SmartCooler\\_IBM\\_18\\_april\\_final.pdf](https://www.ibm.com/ru/watson-moscow-summit/assets/files/17.15_SmartCooler_IBM_18_april_final.pdf) (дата обращения: 01.09.2020).
6. Умный кулер. [Электронный ресурс]. URL: <https://homechain.ai/solutions/umnaya-kuhnya-wifi/umnuy-kuler> (дата обращения: 01.09.2020).
7. Начало испытаний системы Умный кулер. [Электронный ресурс]. URL: <http://internetofthings.ru/startups/51-nachalo-ispytaniy-sistemy-umnuy-kuler> (дата обращения: 01.09.2020).