

УДК 620.9: 658.26

**МОДЕЛЬ МНОЖЕСТВЕННОГО ДОСТУПА К УЧЕБНОЙ СЕТИ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ**

В.А. ВИШНЯКОВ, К.А. РАДКЕВИЧ

*Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи»,  
ул. Ф. Скорины, 8/2, Минск, 220076, Беларусь*

*Поступила в редакцию 23 февраля 2021*

В статье приведено описание разрабатываемой учебной сети Интернета вещей в рамках учреждения образования «Белорусская государственная академия связи». Дано описание разработанных лабораторных стендов и модель их объединения в единую учебную локальную сеть в образовательных целях, с возможностью множественного удаленного доступа пользователями.

*Ключевые слова:* Интернет вещей, учебная сеть, сетевое взаимодействие, построение системы ИВ, архитектура ИВ, умный дом.

**Введение**

Вызовы современных реалий и неблагоприятная эпидемиологическая ситуация, вызванная COVID-2019 и последующим переходом на удаленное обучение многих технических ВУЗов и учебных заведений среднего специального уровня образования Республики Беларусь остро поставили вопрос о проблематичности проведения лабораторных и практических работ, не связанных с компьютерным моделированием, так как ограниченность материально-технической базы и уникальность определенных лабораторий не предполагают возможность самостоятельного выполнения работы без соответствующего оборудования.

В образовательном процессе отсутствие современного лабораторного оборудования можно компенсировать собственными разработками, что позволяет максимально учитывать потребности студентов и быстро реагировать на запросы работодателей [1].

В учреждении образования «Белорусская государственная академия связи» создана учебная лаборатория «Интернет вещей», которая ежегодно пополняется «умными» и автоматизированными «вещами», созданными в рамках НИР и ИНИР силами сотрудников и аспирантов кафедры телекоммуникационных систем (ТКС) и студенческого конструкторского бюро «Связь». Данная учебная лаборатория используется в образовательном процессе при изучении специальных дисциплин, а также на ее базе строится объединенная учебная сеть Интернета вещей из уже имеющихся устройств, которая позволит обучать студентов и повышать квалификацию специалистов в режиме удаленного доступа с использованием лабораторных стендов, находящихся в учебной лаборатории. Учебная сеть реализуется посредством объединения устройств в сеть через глобальную сеть Интернет с возможностью получения студентами и учащимися (пользователями) удаленного доступа для выполнения лабораторных и практических работ.

Информационные технологии Беларуси направлены на создание инноваций для реализации концепций «Умного дома» и «Умного города», отдельные компании и производства Беларуси ведут разработки в этой сфере. Реализация услуг мобильного доступа, с использованием передачи разнородного трафика и пользовательских данных, а также развертывание гетерогенных сетей 5G, как основополагающего условия развития информационного общества и цифровой экономики [2, 3], обеспечивают возможность применения и успешного внедрения технологий Интернета вещей. В связи с этим изучение технологий Интернета вещей и коммуникаций на основе принципа M2M, а также основ программно-определяемых сетей, облачных вычислений и информационной безопасности в

учебных заведениях необходимо для получения в итоге образовательной деятельности высококвалифицированного специалиста.

### **О современных методиках обучения**

Постоянное развитие теле- и инфокоммуникационных систем и цифровых технологий глобально меняет способы, которыми фиксируется, передается и создается знание, формируются новые навыки и все чаще применяются новые образовательные методики и технологии, одной из которых является интерактивный подход к образовательному пространству, когда различные предметы и приложения, составляющие данную среду, можно запрограммировать определенным образом в зависимости от задачи. На кафедре ТКС созданы лабораторный стенд «Умный дом» и портативная интеллектуальная система «Умный дом», с возможностью объединения в единую учебную сеть и изучения преимуществ различных характеристик и особенностей как беспроводных, так и проводных технологий при построении систем «Умный дом». С помощью данных стендов проводятся лабораторные работы по дисциплинам «Мультисервисные сети», «Интернет вещей» и «Технологии Интернета вещей и киберфизических систем». В процессе изучения наглядно демонстрируются элементы системы «Умный дом», вариативность подключения и настройки к системе датчиков и устройств, их взаимодействие друг с другом и реализация сценариев управления системой.

При изучении систем «Умный дом» необходимо отметить их ключевое свойство и возможности построения сети из разнообразных подключенных к интернету устройств и датчиков, реализующих различные модели взаимодействия – «устройство–устройство», «устройство–пользователь» и «устройство–веб-объект» [4].

При построении объединенной учебной сети Интернета вещей необходимо учитывать согласование работы различных технологий радиодоступа и использование различных моделей соединения и взаимодействия устройств в сети, что в свою очередь требует создания новой методологии управления потоками трафика и организации множественного доступа, для предоставления набора методов контроля за установлением соединения, назначения мощности передачи и разделения ресурса между пользователями [5]. Объединение «умных вещей» в единую сеть предоставляет критически важные качественные изменения для развития образовательной деятельности и приобретения качественно новых профессиональных навыков и компетенций у будущих специалистов.

### **Постановка задачи**

Создание сети Интернета вещей в рамках учебной лаборатории «Интернет вещей» направлено на объединение лабораторного стенда «Умный дом» и портативной интеллектуальной системы «Умный дом» в единую сеть для обеспечения выполнения лабораторных и практических работ с помощью технологии удаленного доступа по сети Интернет и организации множественного доступа.

При организации объединенной учебной сети Интернета вещей необходимо использовать комплексный подход, который будет учитывать основные особенности современного этапа развития гетерогенных беспроводных систем мобильного доступа, такие как высокая плотность размещения пользовательских устройств и узлов сетевой инфраструктуры, тесную интеграцию разнородных технологий радиодоступа и использование прямых соединений между устройствами, а также обеспечение поддержки приложений Интернета вещей с учетом особенностей носимых устройств [5].

Так как сеть планируется с возможностью расширения и масштабируемости, то особенностью разрабатываемой сети будут являться подключаемые объекты, представляющие из себя разнообразные специализированные устройства – лабораторные стенды и «умные» приборы, имеющие в своем составе микроконтроллеры с различными платами расширения, с возможностью управления устройством, обработки и передачи данных на контроллере с помощью операционной системы реального времени, отвечающей за сбор и первичную обработку данных для минимизации трафика [4].

При проектировании системы использованы следующие основные принципы:

– принцип открытости (гибкости), который заключается в способности системы к расширению и масштабированию состава предоставляемых технологий и взаимосвязанных сервисов, увеличению количества источников информации, данных и ее пользователей без нарушения регламентов функционирования самой системы и без ухудшения ее эксплуатационных характеристик [6];

– принцип стандартизации (унификации), заключающийся в необходимости рационального использования типовых, унифицированных или стандартизированных проектных решений и технологий, внутренних и внешних интерфейсов и протоколов, что позволяет применять блочное и модульное построение компонентов, подсистем и системы в целом, а также обеспечивает возможность согласования процедур сбора и обработки информации участниками информационного взаимодействия в пределах выполнения закрепленных за ними функций и имеющихся полномочий [6];

– принцип преемственности (развития), который позволяет в процессе развития системы обеспечивать сохранение, развитие и эффективное использование существующей информации и сочетать с эффективными и рациональными методами и способами ее сбора, хранения и предоставления, а также использовать возможности существующих материальных и нематериальных ресурсов системы для дальнейшего развития [6];

– принцип совместимости, заключается в наличии и применении стандартов форматов данных, стандартов хранения и предоставления информации, согласованности классификаторов и справочников в компонентах системы, реализации информационных интерфейсов, позволяющих взаимодействовать с другими информационными системами в соответствии с установленными правилами и функциями [6];

– принцип иерархичности, состоящий в необходимости построения территориально-распределенных информационных ресурсов системы с формированием и закреплением этих ресурсов в поле единого информационного пространства, обеспечивающим проведение точной и однозначной информации, ее передачу в заданном направлении от источника к получателю.

Для системы и ее компонентов предусмотрены три режима функционирования:

– штатный, обеспечивающий функционирование компонентов системы в полном объеме;

– режим энергосбережения, обеспечивающий функционирование компонентов системы в режиме пониженного энергопотребления;

– режим отладки – присутствует в опытных образцах и макетах для настройки и отладки модулей системы.

Одной из главных проблем сетей Интернета вещей является безопасность как устройств в конечных точках, так и всей архитектуры от взлома. Для решения данной проблемы в пределах разрабатываемой сети предложена система аутентификации и авторизации пользователей с использованием платформы удаленного обучения УО «Белорусская государственная академия связи». Так как доступ к платформе осуществляется при помощи базовой аутентификации по логину и паролю, то с помощью запроса на получения доступа к ресурсу по изучаемой дисциплине и следующей аутентификации при помощи номера мобильного телефона пользователь будет получать непосредственный доступ к учебной сети.

### **Решения по комплексу технических средств**

Согласно техническому заданию при создании сети Интернета вещей, в рамках проекта предусмотрено создание комплекса технических средств:

– лабораторный стенд «Умный дом» (рис. 1);

– портативная интеллектуальная система «Умный дом» (рис. 2);

– IP-камера.

В свою очередь для решения поставленных задач требуется создание и внедрение программно-аппаратных комплексов, обеспечивающих функционирование следующих компонентов сети:

лабораторный стенд «Умный дом»:

– ПК; блок контроллера, состоящего из 3 блоков взаимосвязанных между собой модулей: Ethernet-контроллер MegaD-2561 и двух исполнительных MegaD-7170-R и MegaD-



запускаемых параллельно с веб-системой [8]. В качестве основного языка программирования системы и написания сценариев используется язык программирования PHP. Возможно голосовое управление системой с помощью чат-бота в Telegram.

Главным отличием разработанных стендов является использование проводных и беспроводных технологий связи.

В лабораторном стенде «Умный дом» контроллер MegaD-2561 работает со стандартным Ethernet по протоколам TCP/IP на сетевом и транспортном уровне. Для удобства интеграции в общую систему «умного дома» все данные передаются по протоколу прикладного уровня HTTP. Такой подход позволяет управлять контроллером MegaD-2561 через обычный браузер. Для того чтобы управлять MegaD-2561 с сервера не требуется никакого специфического программного обеспечения. Чтобы зайти на устройство, используя браузер, необходимо указать в строке URL IP-адрес и пароль. В контексте данного проекта следует отметить, что при необходимости подключения контроллера MegaD-2561 к беспроводной Wi-Fi сети можно использовать устройства типа Wi-Fi Ethernet Bridge, что изменит конфигурацию стенда с проводного на беспроводной тип.

В портативной интеллектуальной системе «Умный дом» сеть построена с использованием технологий Wi-Fi, причем для получения непосредственно доступа к сети можно использовать как планшет в качестве точки доступа, так и любой маршрутизатор, так как в используемом контроллере RASPBERRY PI 3 B+ интегрированный 802.11n Wi-Fi, но и в нем присутствует возможность подключения стандартного Ethernet.

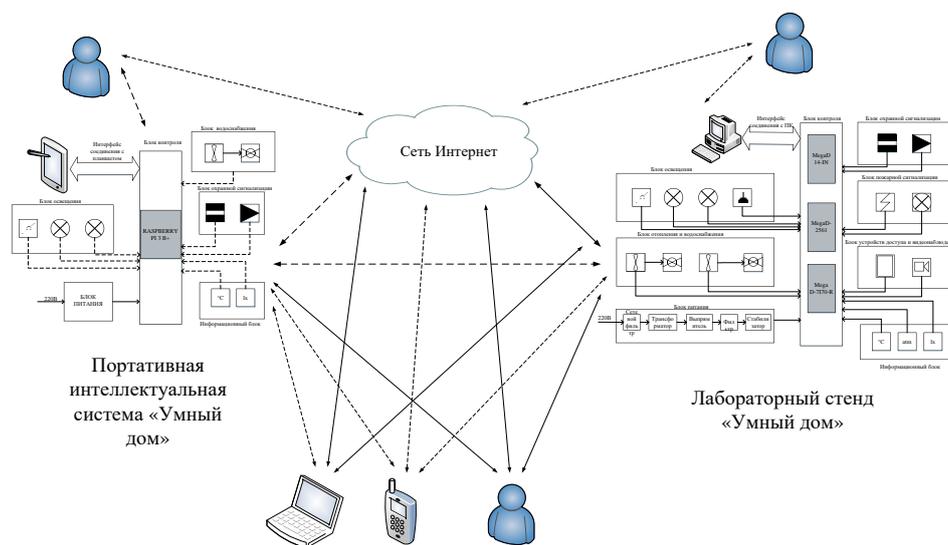


Рис. 3. Учебная сеть Интернета вещей

Учебная сеть Интернета вещей (рис. 3) представляет собой объединенные в локальную сеть лабораторный стенд «Умный дом» и портативную интеллектуальную систему «Умный дом», с возможностью выхода в глобальную сеть и подключенными к ним IP-камерой, для возможности удаленного контроля процесса выполнения лабораторных заданий. Взаимодействие пользователя с системой осуществляется с помощью создания настраиваемых сценариев непосредственно в системе MajorDoMo, как с помощью веб-интерфейса, так и при получении доступа к чат-боту в Telegram. Также возможна организация управления информацией сервиса с помощью протокола передачи информации HTTP [9], с использованием прямых запросов и методов GET (получить), PUT (добавить, заменить), POST (добавить, изменить, удалить), DELETE (удалить).

### Заключение

Рассмотренная в статье разрабатываемая учебная сеть Интернета вещей на данный момент является уникальной разработкой, благодаря уже созданным лабораторным стендам, а

также возможности масштабируемости сети и дальнейшего подключения к ней последующих «умных» устройств, причем как на базе лаборатории «Интернет вещей», так и последующим подключением Ресурсного центра кафедры ТКС «Направляющие системы телекоммуникаций». Образовательная направленность разрабатываемой сети позволит учащимся и студентам на практике получить навыки построения и функционирования сетей и систем архитектуры Интернета вещей, а также в дальнейшем развивать образовательную деятельность и применение новых методик обучения.

Дальнейшее развитие лаборатории «Интернет вещей» и внедрение современных инновационных технологий обучения будет способствовать развитию совершенно новых возможностей образования, преодолеть проблему устаревания знаний и получить двухстороннее профессиональное развитие и обучение в сфере теле- и инфокоммуникационных технологий.

## MODEL OF MULTIPLE ACCESS TO THE LEARNING NETWORK OF THE INTERNET OF THINGS

U.A. VISHNIAKOU, K.A. RADKEVICH

### Abstract

The article describes the presented educational network of the Internet of things in the educational institution «Belarusian State Academy of Communications». A description of the developed laboratory laboratories and a model of their integration into a single educational local network for educational purposes, using multiple remote access by users, are given.

### Список литературы

1. Половения, С. И. Особенности обучения технологиям Умный дом и Интернет вещей / С. И. Половения // Методические вопросы преподавания инфокоммуникаций в высшей школе. – 2017. – Т. 6, № 4. – С. 46–50.
2. Домакур, О. В. Особенности, преимущества и перспективы развития системы мобильной связи технологии 5G в Республике Беларусь / О. В. Домакур, А. А. Лапцевич // Проблемы инфокоммуникаций. – 2019. – № 2 (10) – С.46–52.
3. Вишняков, В. А. Состояние и развитие технологий интернета вещей / В. А. Вишняков, К. А. Радкевич // Проблемы инфокоммуникаций. – 2020. – № 1 (11). – С.87–94.
4. Боцман, Я. Интернет вещей / Я. Боцман // Automation Review. – 2016. – № 3 (5). – С. 26–30.
5. Андреев, С. Д. Разработка и исследование моделей множественного доступа и алгоритмов управления потоками трафика для гетерогенных беспроводных : дис. ... канд. техн. наук : 05.12.13 / С. Д. Андреев. – Москва, 2018. – 438 л.
6. Яснев, В. Н. Автоматизированные информационные системы в экономике : учеб.-метод. пособие. – Н. Новгород : ННГУ, 2007. – 121 с.
7. Радкевич, К. А. Построение сетей Интернет вещей на базе инструментальных платформ / К. А. Радкевич // Современные средства связи : материалы XXV Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 22–23 окт. 2020 г. / Белорус. гос. акад. связи ; редкол.: А. О. Зеневич [и др.]. – Минск, 2020. – С. 45–46.
8. Половения, С. И. Моделирование работы информационной системы / С. И. Половения, А. С. Делендик // Новые информационные технологии в телекоммуникациях и почтовой связи : материалы XVI науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых специалистов, Минск, 24–25 мая 2016 г. / Белорус. гос. акад. связи ; редкол. : А. О. Зеневич [и др.]. – Минск, 2016. – С. 6–8.
9. Якименко, А. А. Разработка платформы для управления инфраструктурой Интернета вещей / А. А. Якименко [и др.] // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2017. – Т. 19, № 6, – С. 97–105.