

## ПОСТРОЕНИЕ УЧЕБНОГО КУРСА «ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ УМНОГО ДОМА» В РАМКАХ ERASMUS+ ПРОЕКТА ALIOT

**Е. Ю. Маевская, А. С. Пасько, В. В. Зубак**

*Одесский национальный политехнический университет*

**Аннотация.** В статье описывается построение учебного курса «Интеллектуальные электротехнические системы умного дома» и лабораторный стенд, построенный на базе микроконтроллера Arduino. Описывается содержание лабораторных работ, которые можно выполнять на стенде: исследование систем освещения, климат-контроля, пожарной и аварийной безопасности, а также системы энергосбережения. Стенд является универсальным, поэтому перечень лабораторных работ является открытым.

**Ключевые слова:** IoT, Умный дом, программно-аппаратная платформа, Arduino, датчики, учебный курс, лабораторный стенд.

### Введение

Исследовательская компания International Data Corporation (IDC) обнародовала прогноз по мировому рынку решений для «умного дома». [1]. В прогнозе говорится, что в ближайшие четыре года мировой рынок интернета вещей (Internet of Things, IoT) вырастет почти вдвое.

В 2016 году глобальные продажи оборудования, сервисов, программного обеспечения и коммуникационных технологий в сфере «интернета вещей» достигли 737 млрд долларов. Предполагается, что в ближайшие годы этот рынок будет расти в среднем на 15,6% ежегодно и достигнет 1,29 триллиона долларов в 2020 году.

В исследовании IDC также говорится, что львиная доля IoT-расходов (почти 31%) в 2016 году пришлась на оборудование. Второе место заняли сервисы, третье – программное обеспечение. По прогнозам исследователей, в ближайшие пять лет продажи IoT-оборудования вырастут вдвое (до 400 млрд долларов). Модули и датчики, которые подключают устройства к сетям, станут основной статьей закупок аппаратного обеспечения в сфере «интернета вещей». В сегменте IoT-софта доминирующими будут приложения, на долю которых придется больше половины расходов [1].

Все перечисленные выше возможности и перспективы требуют наличия высококвалифицированных специалистов в области умных электротехнических и мехатронных систем. Эти специалисты будут востребованы не только на этапе проектирования «умных» решений, но также и на этапах их реализации и сопровождения.

© Маевская Е. Ю., Пасько А. С., Зубак В. В., 2017

К сожалению, на сегодняшний день в Украине нет специальностей, которые готовят специалистов с высшим образованием именно такого специфического профиля. Ведь умные системы представляют собой синергетическое единство микропроцессорной техники, сетевых и беспроводных технологий, а также таких чисто электротехнических направлений, как системы электрооборудования и электропривода. Поэтому разработка учебных курсов по проектированию, созданию и сопровождению умных систем является актуальной задачей.

Для решения этой задачи Европейским Союзом поддерживается и финансируется проект «Internet of Things: Emerging Curriculum for Industry and Human Applications» (сокращенное название – ALIOT) [2]. Одной из целей проекта ALIOT в рамках программы ЕС Еразмус+ в сфере высшего образования является разработка учебных курсов и учебных материалов по теме IoT. Интернет вещей сам по себе является инновационным направлением. Поэтому разработка таких учебных курсов, в силу их разноплановости, невозможна без внедрения инноваций в учебный процесс.

Целью настоящей статьи является описание инновационных подходов, используемых при разработке учебных курсов в рамках специальности 141 – «Электроэнергетика, электротехника и электромеханика» (специализации «Интеллектуальные электротехнические системы»).

### 1. Построение учебного курса

Учебный курс «Интеллектуальные электротехнические системы умного дома» разработан в рамках программы подготовки магистров по специальности 141 – «Электроэнергетика, электротехника и электромеханика», специализиру-

ющихся в области разработки и внедрения интеллектуальных электротехнических систем. Курс базируется на таких дисциплинах как «Мехатроника», «Электрические машины и аппараты», «Теоретические основы электротехники», «Микропроцессорные системы», «Моделирование умных систем», а также «Алгоритмические языки и программирование». Целью курса является получение студентами навыков самостоятельного моделирования и реализации систем умного дома. Курс состоит из лекционного цикла и цикла лабораторных работ. По окончании курса студенты выполняют курсовую работу. В курсовой работе каждый студент получает задание на проектирование системы умного дома в соответствии с определенными требованиями. В качестве требований выступают элементная база, состав датчиков и исполнительных механизмов, а также алгоритмы работы спроектированной системы умного дома.

В настоящей работе описан лабораторный практикум по курсу, а также используемый для этого лабораторный стенд.

## 2. Описание лабораторного стенда «Умный дом»

Лабораторный стенд представляет собой макет двухэтажного жилого дома, выполненный в масштабе 1:20. Фотография стенда представлена на рис. 1.



Рис. 1. Лабораторный стенд «Умный дом»

В качестве программно-аппаратного обеспечения управления электронными устройствами стенда «Умный дом» была выбрана платформа Arduino. Arduino – это открытая программируемая аппаратная платформа для работы с различными физическими объектами. Она включает плату с микроконтроллером, а также специальную среду разработки для написания программного обеспечения микроконтроллера.

В описываемом стенде использована микроконтроллерная плата Arduino Mega 2560. Она

базируется на чипе ATmega2560, работающем на частоте 16 МГц. Плата имеет 54 цифровых входа/выхода, 14 из которых могут работать в режиме ШИМ (PWM), 16 аналоговых входов, 4 аппаратных последовательных порта UART для связи с компьютером и другими устройствами, разъем USB, разъем для внешнего питания, ICSP хидер и кнопку Сброс.

Программное обеспечение Arduino работает на операционных системах Windows, Macintosh OSX и Linux. Программирование платформы Arduino выполняется в среде Proteus. Программное обеспечение имеет открытый исходный код, язык программирования устройств Arduino основан на C/C++ и скомпонован с библиотекой AVR Libc, что позволяет использовать любые ее функции. Вместе с тем он прост в освоении, и на данный момент Arduino – это самый удобный способ программирования устройств на микроконтроллерах [3].

Стенд оснащен всем необходимым набором датчиков и исполнительных устройств для исследования таких подсистем:

- подсистема освещения (датчики освещенности и движения);
- климат-контроль (датчик температуры и влажности);
- подсистема безопасности (комплект системы радиочастотной идентификации, датчик вибрации);
- подсистема аварийной сигнализации (датчики газа и дыма, датчик протечки воды);
- подвижные элементы (сервопривод для управления воротами);
- система энергосбережения (солнечная батарея, датчик тока, ветрогенератор);
- система дистанционного управления (модуль Bluetooth).

Стенд является универсальным, что позволяет выполнять на нем самые разнообразные работы. Универсальность стенда обеспечивается тем, что ни один из его регистрирующих и исполнительных элементов не имеет жесткой коммутации. Контакты всех датчиков и исполнительных механизмов выведены на специальное наборное поле. На это же поле выведены все контакты платы Arduino Mega 2560. Такой подход позволяет студентам создавать свои индивидуальные решения в рамках имеющегося набора компонентов.

Одновременно студенты получают навыки работы с микропроцессорными устройствами и учатся принимать самостоятельные решения по использованию тех или иных портов платы микропроцессора. Это позволяет также создавать

новые лабораторные работы или модифицировать уже существующие.

## 2. Лабораторный практикум по курсу «Умный дом»

Целью лабораторного практикума является изучение датчиков и модулей, программирование и создание приложений для управления интеллектуальными электрическими и электромеханическими системами умного дома. Стенд позволяет выполнять следующие работы:

- программирование контроллеров семейства Arduino;
- построение и исследование системы освещения;
- построение и исследование системы климат-контроля;
- построение и исследование системы безопасности;
- построение и исследование системы аварийной сигнализации;
- построение и исследование системы энергосбережения.

Каждая лабораторная работа состоит из двух частей.

Первая часть работы выполняется студентами вне лаборатории за счет часов, отведенных на самостоятельную работу. В это время студенты изучают теоретический материал по работе и на основании полученного задания строят и моделируют в программе Proteus соответствующую подсистему, а также разрабатывают программное обеспечение для реализации заданного алгоритма работы. Результатом этой работы являются эскизы размещения оборудования, электрическая схема коммутации элементов и распечатки результатов моделирования.

Вторая часть работы – это работа в лаборатории. Здесь студенты под руководством преподавателя выбирают на стенде необходимое оборудование, выполняют его коммутацию, а также перенос разработанного программного обеспечения на кристалл Arduino. Результатом этой части работы является демонстрация преподавателю соответствующей системы, работающей в соответствии с заданием.

Рассмотрим более подробно оборудование, используемое для выполнения лабораторных работ.

### 2.1. Построение и исследование системы освещения

Система создает условия комфортного и экономного освещения всех помещений дома. Применяемые датчики: инфракрасный датчик

движения и аналогово-цифровой датчик света с пороговым компаратором.

Освещение включается при снятии дома с сигнализации электронным ключом, а затем срабатывает от сигнала с датчика движения в других помещениях. При наступлении сумерек включается наружное освещение.

В лабораторном стенде применялся инфракрасный датчик движения для Arduino. Основное назначение датчика движения – автоматическое включение или отключение нагрузки в заданном интервале времени при появлении движущихся объектов в его зоне чувствительности (0 – 7 метров). Он имеет два входа питания (+5В и Земля) и один цифровой выход, по которому можно снимать данные. Если движения нет, то на нем будет высокий уровень (3.3В), если есть – низкий (0В). Если переключатель установлена в положение Н, то на выходе будет высокий уровень все время, пока датчик будет улавливать движение, если в состояние L, то состояние выхода будет переключаться с высокого на низкий и обратно примерно один раз в секунду.

Модуль датчика света с пороговым компаратором предназначен для использования в автоматике управляющей включением освещения или в подвижных элементах (шторы, жалюзи). Светочувствительный элемент – фоторезистор. При изменении освещенности от яркого света до темноты его сопротивление меняется от сотен ом до нескольких мегаом. Это сопротивление фиксирует электроника модуля и изменяет состояние выходов. Основа модуля – микросхема компаратор. Порог срабатывания компаратора регулируется переменным резистором. При затемненном датчике на выходе устанавливается напряжение логической «1» и индикаторный светодиод не горит. При освещении датчика и при срабатывании компаратора на выходе устанавливается логический «0» и зажигается индикаторный светодиод.

### 2.2. Построение и исследование системы климат-контроля

Устройства этой подсистемы измеряют значения температуры и влажности, выводят текущие показатели на дисплей. Они обеспечивают также и управление климатом – подключение вентилятора или кондиционера, а также автоматическую регулировку климатических показателей в зависимости от сезона, времени суток, и так далее.

Для контроля температуры и влажности применен датчик DHT11.

Это цифровой датчик, позволяющий калибровать цифровой сигнал на выходе. Он состоит из емкостного датчика влажности и терморезистора. Этот датчик сам является интеллектуальным, так как содержит в себе микросхему аналого-цифрового преобразования и выдает цифровой сигнал, который можно считать с помощью любого микроконтроллера. Текущие показатели температуры и влажности выводятся на дисплей LCD1602.

### **2.3. Построение и исследование системы безопасности**

Для реализации системы безопасности в стенде применен комплект системы радиочастотной идентификации, состоящий из модуля бесконтактной идентификации RC522 13.56 МГц, пластиковой карточки и брелока. Модуль RFID RC522 считывает и записывает RFID радиометки, находящиеся на пластиковой карточке и брелоке. Радиоидентификация RFID (Radio Frequency IDentification) происходит при обмене данными по протоколу Mifare 1K. Эта технология позволяет автоматически опознавать объекты, содержащие RFID метки. Обмен данными по радио происходит через рамочные антенны, находящиеся в карточке и в модуле. Сигнал модуля служит источником энергии для метки. Считыватель RFID RC522 срабатывает при поднесении метки. Основа модуля – микросхема MFRC522. Он может обрабатывать информацию одновременно от нескольких меток.

Для системы охранной сигнализации использован датчик наклона и вибрации с компаратором LM393. Этот датчик способен реагировать даже на незначительную вибрацию. Порог срабатывания регулируется переменным резистором, установленным на плате датчика. При срабатывании датчика, в зависимости от задания, может быть включена звуковая или световая сигнализация.

### **2.4. Построение и исследование системы аварийной сигнализации**

Система включает в себя контроль пожарной безопасности и протечки воды.

Для пожарной безопасности в лабораторном стенде «Умный дом» использован датчик дыма и газа MQ2. Этот датчик позволяет обнаруживать наличие в окружающем воздухе углеводородных газов и дыма. Выходным результатом является аналоговый сигнал, пропорциональный содержанию газов, к которым восприимчив газоанализатор. Чувствительность может быть настроена с

помощью триммера на плате датчика. В зависимости от задания, при срабатывании датчика может быть включена та или иная аварийная сигнализация.

Для контроля протечки воды применен аналоговый датчик измерения уровня жидкости. Рабочее напряжение аналогового датчика – 5 вольт. Выходное напряжение (показания датчика) зависит от степени погружения датчика в жидкость и от проводимости жидкости. Рабочая площадь используемого датчика составляет 40мм x 16мм. При попадании воды на датчик может быть включена та или иная аварийная сигнализация.

### **2.5. Построение и исследование системы энергосбережения**

Система энергосбережения базируется на уже описанном оборудовании и программном обеспечении, которое составляется студентом для реализации заданной логики работы. Рассмотрим возможные варианты реализации энергосбережения.

При совместном использовании датчиков движения и датчиков присутствия реализуется включение свет только в зоне присутствия человека. При выходе человека из зоны, освещение в ней автоматически отключается.

Плавное регулирование освещения, что позволяет создать в помещении тот уровень освещения, который является оптимальным и необходимым, учитывая время суток и время года.

Централизованное отключение источников питания. Данная функция позволяет одним нажатием кнопки отключить все лишние источники потребления энергии. Какие именно электроприборы будут отключены – решается задаваемой студенту логикой работы подсистемы.

### **Выводы**

В настоящей статье авторы стремились показать необходимость новых подходов к обучению студентов специальности 141 – «Электроэнергетика, электротехника и электромеханика». Как показано в статье, основной тенденцией развития электротехнических систем в настоящее время является их интеллектуализация. Новые умные устройства становятся реальностью сегодняшнего дня. А это требует соответствующего изменения в обучении студентов.

В статье описан один из возможных инновационных подходов на примере курса «Интеллектуальные электротехнические системы умного дома». Однако описанный подход ни в коей мере не может считаться, во-первых, единственным, а

во-вторых – завершённым. Мы надеемся, что на базе сделанного нами будет развиваться разработка новых инновационных и востребованных учебных курсов.

### Благодарности

Авторы благодарят организаторов и координаторов проекта ERASMUS+ ALIOT: Национальный Erasmus+ Офис в Украине, грант-холдера проекта – Newcastle University of Newcastle upon Tyne, Великобритания и Национальный аэрокосмический университет им. М.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт» за предоставленную поддержку при подготовке учебного курса и приобретении оборудования.

### Список использованной литературы

1. Wang, F. IDC Unveils Five Trends for Smart Home Products in 2017. Research Press Release [Электронный ресурс] // F. Wang, J. Yu, J.Qiao / Режим доступа: <http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prCHE42377317&pageType=PRINTFRIENDLY>

2. Internet of Things: Emerging Curriculum for Industry and Human Applications ALIOT. An official web-site of Erasmus+ funded project 573818-EPP-1-2016-1-UK-EPPKA2 -CBHE-JP / available at: <http://aliot.eu.org/>

3. Петин, В. А. Проекты с использованием контроллера Arduino [Текст] / В. А. Петин. — СПб.: БХВ-Петербург, 2014. — 400 с.

### References

1. Wang, F. IDC Unveils Five Trends for Smart Home Products in 2017. Research Press Release // F. Wang, J. Yu, J.Qiao / available at: <http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prCHE42377317&pageType=PRINTFRIENDLY>

2. Internet of Things: Emerging Curriculum for Industry and Human Applications ALIOT. An official web-site of Erasmus+ funded project 573818-EPP-1-2016-1-UK-EPPKA2 -CBHE-JP / available at: <http://aliot.eu.org/>

3. Petin V. A.(2014) Projects using Arduino controller [Proektyi s ispolzovaniem kontrollera Arduino], Saint Petersburg, Russian Federation, *BHV-Peterburg*, 400 p. (In Russian).

## CONSTRUCTION OF THE TRAINING COURSE «INTELLECTUAL ELECTROTECHNICAL SYSTEMS OF A SMART HOUSE» WITHIN THE FRAMEWORK OF ERASMUS + ALIOT PROJECT

E.J.Maevskaya , A.S.Pasko, V.V.Zubak  
Odessa National Polytechnic University

**Abstract.** *In this article, the authors describe the innovative training course "Intellectual electrical systems of a smart home". The course is implemented in accordance with the project ERASMUS + ALIOT and is focused on the training of masters in specialty 141 - "Electric power engineering, electrical engineering and electro-mechanics". The need to develop a course is caused by the trend in the development of modern electrical engineering. From ordinary electrotechnical devices the world passes at use of intellectual devices. The developed course consists of a series of lectures, laboratory works and course work. The article describes in detail the universal research laboratory stand "Smart House", on the basis of which a variety of laboratory works can be performed. The versatility of the stand is ensured by the fact that all device contacts allow their arbitrary commutation. An exemplary list of laboratory works that can be implemented is given.*

**Keywords:** *IoT, Smart home, hardware and software platform, Arduino, sensors, training course, laboratory stand.*

## ПОБУДОВА НАВЧАЛЬНОГО КУРСУ «ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНІ СИСТЕМИ РОЗУМНОГО БУДИНКУ» В РАМКАХ ERASMUS + ПРОЕКТУ ALIOT

О. Ю. Маєвська, А. С. Пасько, В. В. Зубак  
Одеський національний політехнічний університет

**Анотація.** У статті описується побудова навчального курсу «Інтелектуальні електротехнічні системи розумного будинку» і лабораторний стенд, побудований на базі мікроконтролера Arduino. Описується зміст лабораторних робіт, які можна виконувати на стенді: дослідження систем освітлення, клімат-контролю, пожежної і аварійної безпеки, а також системи енергозбереження. Стенд є універсальним, тому перелік лабораторних робіт є відкритим.

**Ключові слова:** IoT, Розумний будинок, програмно-апаратна платформа, Arduino, датчики, навчальний курс, лабораторний стенд.

Получено 14.05.2017



**Маевская Елена Юрьевна**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры теоретических основ и общей электротехники Одесского национального политехнического университета. Просп. Шевченко, 1, Одесса, Украина.  
E-mail: e.j.maevskaya@gmail.com тел. +38-048-705-84-85

**Elena Maevskaya**, Phd, Associate Professor, Department of theoretical foundations and general electrical engineering, Odessa National Polytechnic University, Shevchenko ave., 1, Odessa, Ukraine.

**ORCID ID:** 0000-0001-6297-4255



**Пасько Артем Сергеевич**, студент института электромеханики и энергоменеджмента Одесского национального политехнического университета. Просп. Шевченко, 1, Одесса, Украина.

E-mail: skiper.art@gmail.com

**Pasko Artem**, student of the Institute of Electromechanics and Energy, Odessa National Polytechnic University, Shevchenko ave., 1, Odessa, Ukraine.

**ORCID ID:** 0000-0001-6580-0066



**Зубак Виктор Валерьевич**, студент института электромеханики и энергоменеджмента Одесского национального политехнического университета. Просп. Шевченко, 1, Одесса, Украина.

E-mail: viktorzubak172@gmail.com

**Zubak Victor**, student of the Institute of Electromechanics and Energy, Odessa National Polytechnic University, Shevchenko ave., 1, Odessa, Ukraine.

**ORCID ID:** 0000-0002-6981-645X