

АВТОМАТИЗАЦІЯ ДРУГОГО УЧБОВОГО КОРПУСУ

О. Ф. Винаков, О. А. Кетрарь, В. О. Кетрарь, І. В. Меркулов

Державний університет «Одеська політехніка»

Анотація. У статті описується склад лабораторії «Розумний будинок» кафедри Електромеханічної інженерії Державного університету «Одеська політехніка», їх призначення та функціональні можливості. Показані можливості реалізовувати різні сценарії автоматизації та аналізувати роботу системи. Показано, що при використанні системи автоматизації освітлення третього поверху, можлива економія енергоресурсів та пошук оптимального керування, за рахунок вибору різних сценаріїв освітлення.

Ключові слова: автоматизація, розумний будинок, проект MegaD, платформа BroadLink, контролер.

Вступ.

Автоматизація - один із напрямів науково-технічного прогресу, що використовує саморегулюючі технічні засоби і математичні методи з метою звільнення людини від участі в процесах отримання, перетворення, передачі і використання енергії, матеріалів, виробів або інформації, або істотного зменшення ступеня цієї участі або трудомісткості виконуваних операцій [8].

Широким фронтом в Україні (як і в усьому світі) йде автоматизація житлових приміщень, офісів, установ. Кількість пропонованих систем «Розумний будинок» збільшується з кожним днем. Їх проектуванням, монтажем та налагодженням (в тому числі програмуванням) займаються електрики, електронщики і т.д., які самостійно освоїли сучасні технології та використовують ці знання в системах «Розумний будинок».

В Одеському національному політехнічному університеті, в рамках 141 спеціальності, відкрита спеціалізація «Інженерія розумних електротехнічних систем». Випускники повинні будуть вміти: проектувати, програмувати, робити монтаж і налагодження системи «Розумний будинок». Для отримання навичок студентами, на кафедрі Електромеханічної інженерії (ЕМІ) побудовані лабораторії бездротової та дротової системи автоматизації. Кожна з цих систем має свої переваги і недоліки

Переваги бездротових систем:

- менша вартість у порівнянні з дротяними аналогами;
- менший час на монтаж – установка десятків бездротових вимикачів і бездротових охоронних та пожежних датчиків займає лічені хвилини;

- економія на відсутності проводів;
- бездротові датчики і вимикачі в уже відремонтованих приміщеннях;
- економія електроенергії – бездротові вимикачі і датчики Enocean взагалі не вимагають електроживлення для своєї роботи [1,2].

Недоліки бездротових систем:

- Радіоканал. Система, що працює по радіоканалу залежить від якості радіозв'язку. Перешкоди від техніки, матеріал стін, можуть надати критичне значення на силу сигналу.
- Батареї. Якщо система працює на батареях, то їх необхідно міняти, причому регулярно.
- Безпека. Якщо у випадку з провідний системою ми можемо обрубати всі зовнішні зв'язки - WiFi, інтернет, але система продовжить працювати, то в разі відсутності провідної інформаційної шини ми не зможемо зробити цього відключення. Це означає, теоретично, хакери зможуть зіпсувати комфортне проживання. Глушіння сигналу, переклад датчиків в режим підвищеної енергоспоживання і т.д. може швидко вивести систему з ладу. Уразливими для хакерів є все "розумні" пристрої, підключені до інтернету - холодильники, чайники, замки, що замикають входні двері і так далі. Вони, крім іншого, є "воротами" для доступу в домашню мережу. "Ви не просто купуєте сучасні прилади, а по суті, запрошуєте людей в вашу мережу" - резюмують експерти [2,3].

© Винаков О. Ф., Кетрарь О. А.,
Кетрарь В. О., Меркулов І. В., 2021

Мета роботи

Аналіз роботи систем бездротової і дротової автоматизації на платформі BroadLink та проекту MegaD в навчальному закладі з метою оптимізації енергоспоживання і покращення умов навчального процесу.

Матеріали досліджень

Для досягнення цієї мети на кафедрі ЕМІ створені дві лабораторії. Бездротова, на базі пристроїв екосистеми BroadLink, та дротова - на пристроях проекту MegaD.

Лабораторія з бездротовою системою автоматизації розташована в аудиторії і реалізує наступні сценарії:

- система безпеки;
- система управління освітленням;
- система клімат-контролю.

Для реалізації цих сценаріїв використовуються наступні пристрої:

- Wi-Fi розетка BroadlinkSP3 Contros;
- Універсальний Wi-Fi пульт BroadlinkRMPPro;
- Подовжувач BroadlinkMP1;
- Сенсорний вимикач Broadlink TC2;
- Комплект бездротової сигналізації S2 (в нього входять датчики руху, датчики відкриття та контролер);
- Універсальний датчик мікроклімату BroadLinkA1 e-Air та ін.

Лабораторія з дротовою системою (ДС) автоматизації (рис.1) розташована як в аудиторії, так і в коридорі 3 поверху і реалізує наступні сценарії:

- система керування освітленням;
- система енергомоніторингу;
- система безпеки;
- система пожежної безпеки.

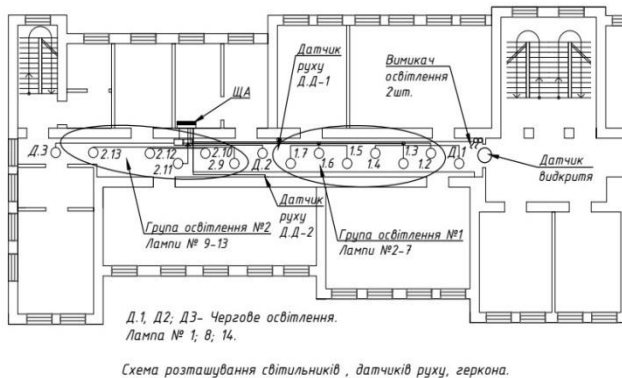


Рис.1. Лабораторія з дротовою системою автоматизації

Дротова система складається з:

- контролер MegaD-2561;
- виконавчий модуль MegaD-8I7O_R;
- модульний лічильник електроенергії NIKING DDS 238-1;
- блок живлення HDR-60-12;
- магнітоконтатний датчик (геркон);
- датчики руху SRP-600;
- автоматичні вимикачі;
- проміжне реле MER2-012DC.

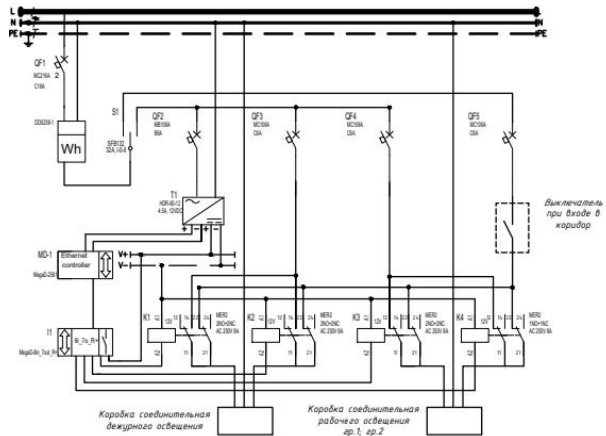


Рис.2. Схема щита автоматизації (ДС)

Бездротова лабораторія використовується тільки для проведення лабораторних робіт. В процесі проведення цих робіт студенти отримують навички монтажу, налагодження, експлуатації та програмування систем автоматизації з використанням пристроїв Broadlink.

Дротова лабораторія має два призначення: використання в навчальному процесі для проведення лабораторних робіт та дослідні роботи з аналізу енергоспоживання при різних сценаріях автоматизації освітлення коридору. В процесі проведення лабораторних робіт студенти отримують навички монтажу, налагодження, експлуатації та програмування систем автоматизації з використанням пристроїв MegaD.

Результати аналізу енергоспоживання та рекомендації по використанню системи автоматизації на основі пристроїв MegaD наведені в цій статті.

При автоматизації освітлення система реалізує наступний сценарій. Включення чергового (аварійного) освітлення (три лампочки Д.1, Д.2, Д.3) при відкриванні вхідних дверей. Коридор поділений на дві зони, кожна з яких контролюється датчиком руху (дивись Рис.3). При появі людини в коридорі спрацьовує перший датчик руху і відбувається включення першої групи світильників (1.2-1.7). Якщо людина пройшла до середини коридору, то його "бачить" другий дат-

чик і включається друга група світильників (2.9-2.13). Для комфортної роботи технічного персоналу (прибирання приміщень) при натисканні на кнопку вимикача (B1), розташованого при вході в коридор, контролер виконує команду, при якій включається все освітлення з затримкою часу (наприклад, 30 хвилин). Після закінчення навчального процесу реалізується наступний алгоритм роботи: при закритті входних дверей замикаються контакти датчика відкриття і контролер, з огляду на відсутність руху в коридорі, повністю виключає освітлення.

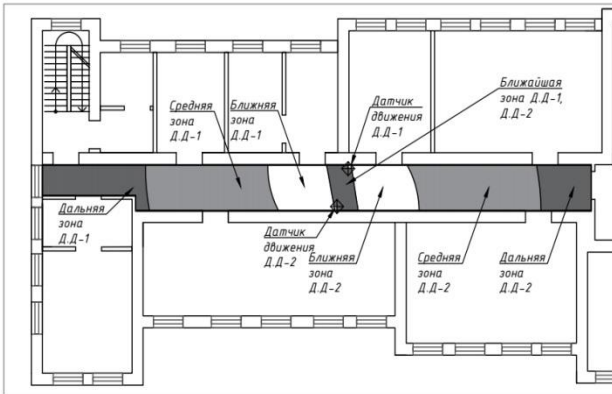


Рис.3. Зони контролю датчиків

Для забезпечення освітлення при аварійній ситуації (вихід з ладу апаратури автоматики), передбачений наступний сценарій. На пульті управління перемикається перемикач з положення «Автомат» в положення «Ручне», що забезпечує включення аварійного освітлення і першої групи світильників, при включенні вимикача (B2), який знаходиться біля входних дверей.

Автоматизацію в коридорі забезпечує наступне обладнання:

1. Контролер MegaD-2561_RTC

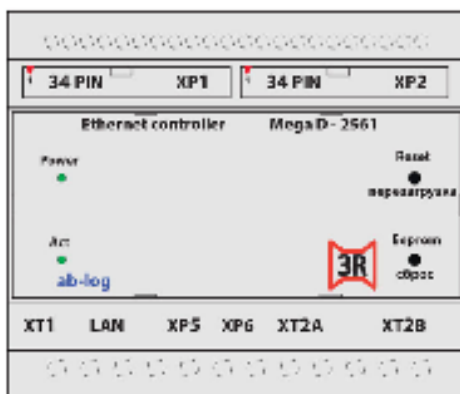


Рис.4. Зображення контролера

Технічні характеристики:

- Контролер має зовнішніх 38 портів для підключення різних датчиків, як цифрових, так і аналогових, а це контроль над температурою, вологістю, рівнем освітлення, а також можливість підключати різні датчики контролю газів, диму, датчики руху, контактні датчики все те що потрібно для створення охоронної та пожежної сигналізації.
- 7 портів контролера можуть бути налаштовані для управління за допомогою ШІМ-сигналу приладами освітлення, які підтримують цю опцію.
- Робота з пристроями I2C.
- Можливість виведення інформації на OLED-дисплеї SSD1306.
- Підтримка годин (RTC) DS3231 / DS1307 дозволяє встановити планувальник завдань.
- Управління 1-wire модулями на базі мікросхеми DS2413.
- Підтримка HTTP, MQTT.
- Підтримка GSM-модулів: SIM300, SIM800L, SIM900, M590E.
- Можливість керування технікою по ІК-протоколу.[4]

Для побудови системи автоматизації недостатньо одного контролера. Потрібен модуль розширення .[4]

2. Виконавчий модуль MegaD-8I7O_R

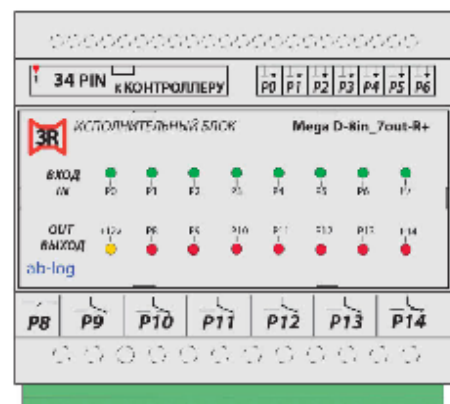


Рис. 5. Зображення виконавчого модуля

Технічні характеристики:

- Живлення : +12 DC (+/-10%)
- Струм: до 430мА
- Кількість цифрових входів / виходів: 8
- Підключення до входів через клема пружинного типу самозажимний крок 2,54мм
- Загальна кількість силових виходів: 7
- Кількість релейних виходів: 7
- Максимальний комутований струм (на порт) для реле: 15А
- Комутована напруга для реле від 0 до 240 В змінного або від 0 до 30В постійного струму.

3. Для можливості рахувати спожиту електроенергію використовується однофазний електролічильник DDS238-1.[5]



Рис.6. Зображення електролічильника

Технічні характеристики:

- Діапазон показань: 0.1-999999.9 кВт·год
- Робоча напруга: 120-230 В (50±10% Гц)
- Робочій струм: 0.25-45 А (5 А – номінальний)
- Витримувана напруга: 2 кВ/хв.
- Витримувана імпульсна напруга: 6 кВ-1.2 мкс хвиля
- Короточасний витримується струм: 960 А/0.01с
- Клас точності: 1
- Споживана потужність: ≤ 1 Вт, 10 В·А
- Константа лічильника: 2000 імпульсів/кВт·год

4. Блок живлення HDR-60-12



Рис.7. Зображення блоку живлення

Технічні характеристики:

- AC-DC мережевий перетворювач
- Вхідна напруга AC 88...264В
- Вхідна напруга DC 124...370В
- Вихідна потужність 54Вт
- Вихідна напруга 12В
- Вихідний струм до 4.5А
- Тип стабілізації: по напрузі
- Конструктивне виконання: на DIN рейку
- Захист від короткого замикання, перенавантаження, перенапруги [8]

5. Магнітоконтатний датчик (геркон)



Рис. 8. Зображення геркона

Технічні характеристики:

- Дротовий інтерфейс
- Матеріал корпусу пластик
- Розміри 28 × 12,2 × 6 мм
- Черговий режим (мм) 10
- Контакт NC / COM
- Режим тривоги (мм) 25
- Тип установки: накладний

6. Пасивний інфрачервоний датчик руху SRP-600 [6]



Рис.9. Зображення датчика руху

Технічні характеристики:

- Діаграма спрямованості – 18 на 18 м, з кутом 105°.
- Автоматична термокомпенсація.
- Мікропроцесорна обробка сигналу.
- Тривалість часу тривоги - 1,6 с.
- Електронний лічильник імпульсів – 1 або авто.
- Стійкість від:
 - радіочастотного впливу 30 В/м, 10-1000 МГц.
 - електромагнітного впливу 50 000 В.
- Тривожний вихід – НЗ.
- Тампер – НЗ.
- Енергоспоживання в режимі: очікування – 8 мА, 12 В; тривоги – 9 мА, 12 В.
- Інтервал робочих температур в межах від -20 до +60 С°;
- Габарити: 106×68, 5×57 мм.
- Вага – 90 г.
- Особливості: установка без додаткового юстирування на висоті від 1,5 до 3,6 м.[7]

7. Для забезпечення захисту виконавчого модулю MegaD-8I7O_R, а також підвищення надійності роботи системи, комутація освітленням здійснюється силовими реле MER2-012DC

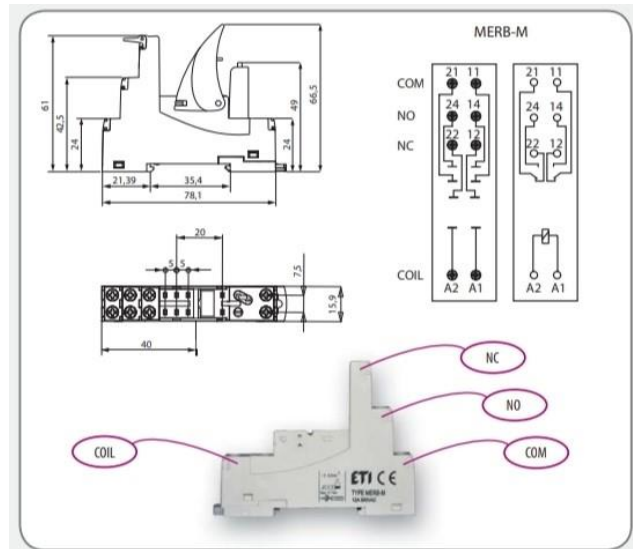


Рис.10. Зображення реле MER2-012DC

Технічні характеристики:

- Контакти: 2 перекидних
- Напруга котушки: 12 В DC
- Номінальна напруга контактів: 250 В AC
- Номінальна напруга ізоляції: 400 В AC
- Мінімальна напруга, що комутується: 5 В
- Мінімальний комутований струм: 5 мА
- Номінальний струм: 8 А
- Робоча температура: від -40 °С до +85 °С
- Температура зберігання: від -40 °С до +85 °С
- Ступінь захисту корпусу: IP40 / IP 67 [9]

Зовнішній вигляд щита автоматизації



Рис.11. Щит автоматизації

Контролер має можливість працювати як автономно, так і разом з сервером (ПК, одноплатний мікроконтролер з встановленим ПО - OpenHAB, MajorDoMo, Home Assistant і т.д.)

Використання контролера разом з сервером дає можливість втілити в реальність будь-які бажані сценарії, але з урахуванням початку оптимізації розглядається робота контролера в автономному режимі.

Для забезпечення роботи освітлення в аварійній ситуації (вихід з ладу приладів автоматизації) передбачений перемикач, за допомогою якого подається напруга на всі світильники (Ручний режим роботи).

Використовуючи цей режим, можливо здійснити порівняння енергоспоживання в режимі автоматики і в ручному режимі, коли світильники горять весь робочий день. Час використання лабораторії змінюється день у день, але з періодичністю в один тиждень цикл повторюється. Тому в якості тимчасового інтервалу був обраний один тиждень. Навіть без сервера, в автономному режимі, можливо програмування контролера для роботи за кількома сценаріями. Перший сценарій - освітлення вмикається по групах при русі людини по коридору (цей сценарій описаний раніше). Під час перерви передбачається найбільш інтенсивне переміщення людей по коридору, що призведе до частого вмикання і вимикання світильників. Другий сценарій передбачає наступний алгоритм роботи. По заданим часовим таймерам контролер дає команду на включення всіх світильників незалежно від сигналів з датчиків руху і скасовує цей режим через 20 хвилин. Під час занять теж можлива поява людини в коридорі і світло буде вмикатися по групах, в залежності від сигналів з датчиків руху. Другий сценарій забезпечує більш дбайливий режим роботи для світильників, багаторазові вмикання і вимикання яких зменшують термін їх служби.

Порівняння цих двох сценаріїв автоматизації між собою і з «ручним управлінням» з точки зору енергоспоживання дає можливість проаналізувати економічну доцільність різних алгоритмів роботи системи автоматизації освітленням.

Висновки.

Завершено монтаж, настройка та програмування систем автоматизації в лабораторіях кафедри ЕМІ. Аналіз роботи систем автоматизації енергоспоживання не вдалося зробити у зв'язку з дистанційним навчанням студентів. Але студенти зможуть отримувати навички в проектуванні, монтажі та програмуванні систем автоматизації "Розумний будинок».

Список використаної літератури

1. Чернышев Н. Н., Гарматенко И. А. Анализ применения современных беспроводных технологий для построения высокопроизводительных систем автоматизации. [Текст] Збірник наукових праць Донецького інституту залізничного транспорту. Серія Автоматика, телемеханіка, зв'язок. – 2014. – Випуск 37. – С. 67–73.
2. Z-Wave vs ZigBee, WiFi, Thread, Bluetooth BLE: выбираем протокол управления умным домом. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://superhome.pro/z-wave-vs-zigbee-wifi-thread-bluetooth-ble-vybiraem-protokol-upravleniya-umnym-domom/>
3. "Умный дом" может стать опасным для жизни. Текст: Виктория Чернышева. 10.08.2016 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rg.ru/2016/08/10/umnyj-dom-mozhet-stat-opasnym-dlia-zhizni.html>.
4. MegaD-2561 3R Smart Technology продаж модуль для разумного будинку по всій Україні [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://3r-smart.com.ua/uk/>
5. Счетчик Электроэнергии Однофазный DDS238-1 На Дин Рейку 220В 45А [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://izi.ua/p-9017344-schetchnik-elektroenergii-odnofazniy-dds238-1-na-din-reyku-220v-45a?gclid=Cj0KCQjw1P5DBhDbARIsAPeTqrcQQAwffKB-MUv1aCGsP4yFvGETiTDbMGze_t4CmgyIYWN4h2uUqkgcaAtJ4EALw_wcB
6. Датчики движения в квартиру [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://beg-russia.ru/blog/2016/07/08/home-lighting-with-sensors/>
7. SRP-600. Пассивный инфракрасный. Датчик движения. Electronic engineering ltd. Инструкция по установке. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://crow.ua/uploads/files/manuals/crow-srp-600.pdf>
8. AC/DC-преобразователи на DIN-рейку HDR-60-12 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sea.com.ua/ua/istochniki-pitanija/acdc-preobrazovateli-na-din-rejku/hdr-60-12/>
9. Промежуточное реле MER2-012DC 2р ETI 2473031 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://electrocontrol.com.ua/rele/promezhutochnoe-rele-mer2-012dc-2r-eti-2473031>

References

1. Chernyshev N. N., Garmatenko, I. A (2014) Analysis of the application of modern wireless technologies for the construction of high-performance automation systems. [Analiz primeneniya sovremennykh besprovodnykh tekhnologiy dlya postroyeniya vysokoproizvoditel'nykh sistem avtomatizatsii.] Collection of scientific works of the Donetsk Institute of Railway Transport. Series Automation, telemechanics, calls. - - Vipusk 37. P. 67–73.
2. Z-Wave vs ZigBee, WiFi, Thread, Bluetooth BLE: choose the smart home control protocol. [vybirayem protokol upravleniya umnym domom]- Access mode: <https://superhome.pro/z-wave-vs-zigbee-wifi-thread-bluetooth-ble-vybiraem-protokol-upravleniya-umnym-domom/>
3. Victoria Chernysheva (2016) Smart home" can become life-threatening. ["Umnyy dom" mozhет stat' opasnym dlya zhizni],. Access mode: <https://rg.ru/2016/08/10/umnyj-dom-mozhet-stat-opasnym-dlia-zhizni.html>.
4. MegaD-2561 3R Smart Technology - sale of modules for smart home throughout Ukraine [prodazh moduliv dlya rozumnoho budynku po vsiy Ukraini]. Access mode: <https://3r-smart.com.ua/uk/>
5. Electricity Meter Single-phase DDS238-1 On Din Rail 220V 45A [Schetchik Elektroenergii Odnofaznyy] Access mode: https://izi.ua/p-9017344-schetchik-elektroenergii-odnofaznyy-dds238-1-na-din-reyku-220v-45a?gclid=Cj0KCQjw1PSDBhDbARIsAPeTqrcQQAwffKB-MUv1aCGsP4yFvGETiTDbMGze_t4CmgylYWN4h2uUqkgcaAtJ4EALw_wcB
6. Motion sensors to the apartment [Datchiki dvizheniya v kvartiru] Access mode: <https://beg-russia.ru/blog/2016/07/08/home-lighting-with-sensors/>
7. SRP-600 Passive infrared. Motion sensor. [Passivnyy infrakrasnyy. Datchik dvizheniya.] Electronic engineering ltd. Installation instructions. Access mode: <https://crow.ua/uploads/files/manuals/crow-srp-600.pdf>
8. AC / DC Converters for DIN Rail HDR-60-12 [AC/DC-preobrazovateli na DIN-reyku HDR-60-12] Access mode: <https://www.sea.com.ua/ua/istochniki-pitaniya/acdc-preobrazovateli-na-din-rejku/hdr-60-12/>
9. Intermediate relay MER2-012DC 2p ETI 2473031 [Promezhutochnoye rele MER2-012DC 2p ETI 2473031] Access mode: <https://electrocontrol.com.ua/rele/promezhutochnoe-rele-mer2-012dc-2r-eti-2473031>

AUTOMATION OF THE SECOND TRAINING HOUSING

O. F. Vinakov, O. A. Ketrar, V. O. Ketrar, I. V. Merkulov

Odessa Polytechnic State University

Abstract. The article describes the composition of the laboratories "Smart House" of the Department of Electromechanical Engineering Odessa Polytechnic State University their purpose and functionality. Automation systems "Smart Home" are widely used all over the world and their number is increasing every day. Both wired and wireless automation systems are used. Each of them has its own advantages and disadvantages. Therefore, two laboratories have been created at the Department of Electromechanical Engineering. Wireless on the BroadLink platform and wired - the MegaD project. The wireless laboratory is used only for laboratory work. In the course of these works, students gain skills in installing, debugging, operating and programming automation systems using Broadlink devices.

The wire laboratory has two purposes: use in the educational process for laboratory work and research work on the analysis of energy consumption in different scenarios of automation of corridor lighting. In the process of laboratory work, students gain skills in installation, debugging, operation and programming of automation systems using MegaD devices.

Possibilities are shown to implement various scenarios and analyze the system operation. It is shown that when using the system of automation of lighting of the 3rd floor, it is possible to save energy and search for optimal control, by choosing different scenarios. After installation, setup and programming of automation systems in the laboratories of the Department, they were convinced that students will be able to gain skills in designing, installing and programming automation systems "Smart Home".

Keywords: automation, smart home, MegaD project, BroadLink platform, controller.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ВТОРОГО УЧЕБНОГО КОРПУСА

А. Ф. Винаков, О. А. Кетрарь, В. А. Кетрарь, И. В. Меркулов

Государственный университет «Одесская политехника»

Аннотация. В статье описывается состав лабораторий «Умный дом» кафедры электромеханической инженерия Государственного университета «Одесская политехника», их назначение и функциональные возможности. Показаны возможности реализовать различные сценарии и анализировать работу системы. Показано, что при использовании системы автоматизации освещения третьего этажа, возможна экономия энергоресурсов и поиск оптимального управления, за счет выбора различных сценариев освещения.

Ключевые слова: автоматизация, умный дом, проект MegaD, платформа BroadLink, контроллер

Отримано 14.05.2021



Винаков Олександр Федорович, Державний університет «Одеська політехніка», кандидат технічних наук, доцент кафедри електромеханічної інженерії. Просп. Шевченко, 1, Одеса, Україна E-mail: afvinakov@gmail.com, тел. +38-097-7873643

Vinakov Oleksandr, Odessa Polytechnic State University, Ph.D. in technical sciences, associate professor of the Department Electromechanical engineering, Shevchenko ave., 1, Odessa, Ukraine

ORCID ID: 0000-0002-6630-8986



Кетрарь Олег Анатолійович, Державний університет «Одеська політехніка», завідувач лабораторіями кафедри електропостачання та енергетичного менеджменту. Просп. Шевченко, 1, Одеса, Україна E-mail: ketraroa@gmail.com, тел. +38-098-404-17-15

Ketrar Oleg, Odessa Polytechnic State University, Head of the Laboratory of the Department of Power Supply and Energy Management, Shevchenko ave., 1, Odessa, Ukraine

ORCID ID: 0000-0003-0098-7450



Кетрарь Вікторія Олександрівна, Державний університет «Одеська політехніка», студентка. Просп. Шевченко, 1, Одеса, Україна E-mail: vvinakova@gmail.com, тел. +38-097-787-36-45

Ketrar Victoria, Odessa Polytechnic State University, student, Shevchenko ave., 1, Odessa, Ukraine

ORCID ID: 0000-0002-9673-3959



Меркулов Ігор Вікторович, Державний університет «Одеська політехніка», старший викладач кафедри електромеханічної інженерії. Просп. Шевченко, 1, Одеса, Україна E-mail: Igor.Merkulov@opu.ua, тел. +38-048-705-86-70

Merkulov Igor, Odessa Polytechnic State University, senior lecturer of the Department Electromechanical engineering, Shevchenko ave., 1, Odessa, Ukraine

ORCID ID: 0000-0003-1200-5725