

**MINISTERUL EDUCAȚIEI, CULTURII ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII  
MOLDOVA**

**Universitatea Tehnică a Moldovei  
Facultatea Electronică și Telecomunicații  
Departamentul Telecomunicații și Sisteme Electronice**

**Admis la susținere  
Șef departament:  
Sava Lilia, conf. univ., dr.**

„\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2021

**Proiectarea sistemului IoT pentru asigurarea menținerii  
siguranței electrice a unei case inteligente**

**Проектирование системы IoT для обеспечения  
электробезопасности умного дома**

**Teză de master**

**Masterand:**

**Motruc Alexandrina,  
SISRC-201M**

**Coordonator:**

**Jdanov Vladimir,  
conf.univ., dr.**

**Chișinău, 2021**

## A D N O T A R E

**la teza „Proiectarea sistemului IoT pentru menținerea siguranței electrice a unei case inteligente” prezentată de către Motruc Alexandrina pentru acordarea gradului academic de inginer masterand, Chișinău, 2021.**

**Structura tezei.** Teza cuprinde introducerea, trei capitole, concluzii, bibliografia cu 28 titluri, 46 pagini text de bază, inclusiv 28 de figuri și 3 tabele.

**Cuvintele-cheie:** IoT, smart, automatizare, MQTT, senzor, curent, tehnologii, ZigBee, siguranța electrică.

**Scopul lucrării** constă în dezvoltarea unui sistem IoT pentru menținerea siguranței electrice a unei case inteligente cu utilizarea tehnologiilor fără fir.

### **Obiectivele generale:**

1. Analiza comparativă a sistemelor moderne de menținere a securității electrice și formularea conceptului sistemului proiectat;
2. Dezvoltarea structurii sistemului bazată pe tehnologia IoT Zigbee;
3. Selectarea și justificarea componentelor electronice ale sistemului;
4. Scrierea codului programului pentru dirijarea sistemului.

### **Metodele aplicate.**

La elaborarea tezei s-au folosit două metode de cunoaștere științifică, una empirică și două teoretice.

- **comparația** este una dintre cele mai frecvente metode de cunoaștere. Datorită acestei metode s-au ales cele mai convenabile componente ale sistemului și tehnologia Zigbee.
- **analiza** reprezintă procesul de descompunere a sistemului în părțile componente ale acestuia. Atunci când se folosește metoda de analiză, se împarte mental obiectul studiat, adică se află din ce părți este format și care sunt proprietățile sale.
- **sinteza** este combinarea părților obținute prin analiză într-un întreg. Ca urmare a aplicării sintezei, cunoștințele obținute datorită analizei sunt combinate într-un singur sistem.

### **Rezultatele concrete obținute.**

Ca rezultat al efectuării tezei de master și a luării deciziilor corecte în baza studiului bibliografic s-au obținut următoarele rezultate:

Analiza sistemelor moderne de asigurare a securității electrice a evidențiat necesitatea dezvoltării unui sistem IoT pentru controlul aparatelor de uz casnic de la distanță; a fost elaborat un sistem IoT pe baza senzorului de curent ACS712; au fost demonstrate perspectivele senzorilor inteligenți ca parte componentă a sistemelor bazate pe tehnologia IoT ZigBee; a fost scris codul programului pentru dirijarea sistemului.

## АННОТАЦИЯ

к дипломной работе «Проектирование системы IoT для обеспечения электробезопасности умного дома», представленной Мотрук Александриной для присуждения ученой степени магистра-инженера, Кишинев, 2021.

**Структура работы:** Дипломная работа включает введение, три главы, выводы, библиографию из 28 названий, 46 страниц основного текста, в том числе 28 рисунков и 3 таблицы.

**Ключевые слова:** IoT, smart, автоматизация, MQTT, датчик, ток, технология, ZigBee, электробезопасность.

**Цель работы** состоит в разработке системы IoT для обеспечения электробезопасности Умного Дома на основе беспроводных сетей.

### **Задачи работы:**

1. Сравнительный анализ современных систем обеспечения электробезопасности и формулировка концепции проектируемой системы;
2. Разработка структуры системы на основе технологии IoT;
3. Выбор и обоснование электронных компонентов системы;
4. Разработка программного обеспечения системы.

### **Использованные методы:**

При разработке работы были использованы два метода научного познания: один эмпирический и два теоретических.

- **сравнение** - один из самых распространенных методов познания. Благодаря этому методу были выбраны наиболее подходящие компоненты системы и технология Zigbee.
- **анализ** - это процесс разделения системы на составные части. При использовании метода анализа исследуемый объект мысленно разделяется, т. е. выясняется, из каких частей он образован и каковы его свойства.
- **синтез** - это объединение частей, полученных в результате анализа, в единое целое. В результате применения синтеза знания, полученные в результате анализа, объединяются в единую систему.

### **Полученные результаты.**

Проведенный анализ современных систем обеспечения электробезопасности показал необходимость разработки системы IoT управления бытовыми приборами дистанционно, разработана IoT система с использованием датчика тока ACS712; продемонстрирована перспективность интеллектуальных датчиков в составе систем на базе технологии IoT ZigBee; был написан программный код для управления системой.

# ANNOTATION

for the thesis "Designing an IoT system to ensure the electrical safety of a smart home" presented by Motruc Alexandrina for conferring a master's degree in engineering, Chisinau, 2021.

**Thesis structure.** The thesis includes an introduction, three chapters, conclusions, a bibliography with 28 titles, 46 pages of the main text, including 28 figures and 3 tables. thesis includes the introduction,

**Keywords:** IoT, smart, automation, MQTT, sensor, current, technology, ZigBee, electrical safety.

**The purpose of this thesis** is to develop an IoT system to ensure the electrical safety of a Smart Home based on wireless networks.

## **General objectives:**

1. Comparative analysis of modern systems for ensuring electrical safety and the formulation of the concept of the designed system;
2. Development of a system structure based on IoT technology;
3. Selection and justification of electronic components of the system;
4. Development of system software.

## **Applied methods.**

Two methods of scientific knowledge were used to elaborate the thesis, one empirical and two theoretical.

- **comparison** is one of the most common methods of cognition. Through this method, the most suitable system components and Zigbee technology were selected.
- **analysis** is the process of dividing a system into its component parts. When using the method of analysis, the object under study is mentally divided, that is, it is found out from which parts it is formed and what are its properties.
- **synthesis** is the unification of parts obtained as a result of analysis into a single whole. As a result of the application of synthesis, the knowledge obtained as a result of the analysis is combined into a single system.

## **The concrete results obtained.**

As a result of performing the master's thesis and making the right decisions based on the bibliographic study, the following results were obtained:

The analysis of modern systems for ensuring electrical safety showed the need to develop an IoT system for monitoring home appliances remotely, an IoT system was developed using an ACS712 current sensor; demonstrated the promise of smart sensors as part of systems based on IoT ZigBee technology; the program code was written to control the system.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>10</b>
<b>1. АНАЛИЗ СИСТЕМ IoT ДЛЯ УМНОГО ДОМА.....</b>	<b>11</b>
1.1. Современные системы IoT - Smart House - Smart Medicine - Smart City.....	11
1.1.1 Smart House.....	11
1.1.2 Smart Medicine.....	12
1.1.3 Smart City.....	14
1.2. Исследование беспроводных Smart датчиков контроля тока и напряжения.....	16
1.3. Беспроводные технологии IoT.....	18
1.3.1. Технология Bluetooth.....	18
1.3.2. Технология LoRa.....	23
1.3.3. Технология ZigBee.....	24
1.3.4. Технология SigFox.....	27
1.3.5. Технология THREAD.....	28
1.3.6. Технология NB-IoT.....	29
1.4. Исследование облачных сервисов телеметрии.....	29
<b>2. РАЗРАБОТКА IoT СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ.....</b>	<b>32</b>
2.1. Описание объекта системы IoT обеспечения электробезопасности .....	32
2.2. Структурная схема беспроводной системы IoT электробезопасности.....	34
2.3. Выбор компонентов для системы Smart House .....	35
2.3.1. Выбор контроллера для системы Smart House .....	35
2.3.2. Выбор датчиков для системы Smart House .....	39
2.3.3. Выбор исполнительных устройств и другого оборудования.....	41
<b>3. ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ .....</b>	<b>45</b>
3.1. Описание программного продукта «MajorDoMo».....	45
3.2. Программное обеспечение.....	47
<b>ВЫВОДЫ.....</b>	<b>57</b>
<b>БИБЛИОГРАФИЯ.....</b>	<b>58</b>

## ВВЕДЕНИЕ

IoT (Internet of Things) — это технологическая концепция взаимодействия устройств, доступных к мониторингу и управлению ими, способная перестроить экономические и общественные процессы, исключая из части действий и операций необходимость участия человека. Она даёт возможность получить доступ к показателям датчиков температуры, давления, скорости, геолокации, совершенных действий в онлайн режиме.

Интернет вещей объединяет устройства в компьютерную сеть и позволяет им собирать, анализировать, обрабатывать и передавать данные другим объектам через программное обеспечение, приложения или технические устройства.

IoT-системы работают в режиме реального времени и обычно состоят из сети умных устройств и облачной платформы, к которой они подключены с помощью WiFi, Bluetooth или других видов связи. Сначала устройства собирают данные — например, о температуре в квартире или частоте сердцебиения пользователя, затем эти данные отправляются в облако. Там программное обеспечение обрабатывает их. Что происходит, когда температура оказывается слишком высокой или в помещении находится злоумышленник? Система оповещает об этом пользователя или сама выполняет дальнейшие действия — например, блокирует или наоборот открывает двери, включает систему оповещения, звонит в МЧС и полицию. [1]

**Актуальность темы** обоснована необходимостью удалённого контроля за состоянием бытовых приборов с целью обеспечения электробезопасности.

**Целью дипломной работы** является разработка системы IoT для обеспечения электробезопасности Умного Дома на основе беспроводных сетей.

Заданная цель определила следующие **задачи**, необходимые для её достижения:

1. Анализ современных систем обеспечения электробезопасности и формулировка концепции проектируемой системы;
2. Исследование облачных сервисов телеметрии MQTT;
3. Разработка структуры системы на основе технологии IoT;
4. Выбор и обоснование электронных компонентов системы
5. Выбор и обоснование интерфейса связи между элементами системы.
6. Разработка программного обеспечения системы.

### **Использованные методы:**

При написании дипломной работы использовались два метода научного познания, один эмпирический и два теоретических: сравнение, анализ и синтез.

## БИБЛИОГРАФИЯ

1. IoT – интернет вещей - <https://timeline.ru/shop/panels/iot/>
2. Internet of Things (IoT) for Automated and Smart Applications - <https://www.intechopen.com/chapters/65877>
3. Домашняя автоматизация - [https://ru.wikipedia.org/wiki/Домашняя\\_автоматизация](https://ru.wikipedia.org/wiki/Домашняя_автоматизация)
4. Всемирное исследование Digital IQ® за 2017 год, PwC - Интернет вещей (IoT) в России. Технология будущего, доступная уже сейчас.
5. Интернет вещей - [https://ru.wikipedia.org/wiki/Интернет\\_вещей](https://ru.wikipedia.org/wiki/Интернет_вещей)
6. Умные города - [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Умные\\_города\\_\(Smart\\_cities\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Умные_города_(Smart_cities))
7. Smart city - [https://en.wikipedia.org/wiki/Smart\\_city](https://en.wikipedia.org/wiki/Smart_city)
8. Беспроводной датчик тока - <https://ste.education/ru/produkt/besprovodnoj-datchik-toka/>
9. Беспроводной датчик напряжения - <https://ste.education/ru/produkt/besprovodnoj-datchik-napryazheniya/>
10. Bluetooth Low Energy - [https://star-wiki.ru/wiki/Bluetooth\\_Low\\_Energy](https://star-wiki.ru/wiki/Bluetooth_Low_Energy)
11. Bluetooth Low Energy: A Closer Look - <https://www.onsetcomp.com/content/bluetooth-low-energy-closer-look/>
12. Bluetooth Low Energy: подробный гайд для начинающих - <https://habr.com/ru/post/532298/>
13. Протокол Bluetooth Low Energy: поддержка устройствами и специфика работы - <https://future2day.ru/protokol-bluetooth-low-energy/>
14. LORAWAN: Широкие Возможности Сети Дальнего Радиуса - <http://orion-m2m.com/ru/news/lorawan-shirokie-vozmozhnosti-seti-dalnego-radiusa/>
15. Беспроводные стандарты. Что такое Zigbee? - <https://artismedia.by/blog/besprovodnye-standarty-cto-takoe-zigbee/>
16. Zigbee - <https://ru.wikipedia.org/wiki/Zigbee>
17. SigFox - <https://iot.ru/wiki/sigfox>
18. Thread - <https://iot.ru/wiki/thread>
19. NB-IoT - <https://iot.ru/wiki/nb-iot>
20. Что такое MQTT и для чего он нужен в IoT? Описание протокола MQTT - <https://ipc2u.ru/articles/prostye-resheniya/cto-takoe-mqtt/>
21. Микрокомпьютер Raspberry Pi 3 Model B – <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-platy/obzor-plat-raspberry-pi/>
22. Датчик тока ACS712 - <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-datchiki/datchik-toka-ac712/>
23. *Cursul Introduction To IoT*. Disponibil: [www.cisco.netaca.net](http://www.cisco.netaca.net).
24. PERRY LEA. *Internet of Things for Architects* ISBN 781788470599 © 2018 Packt

Publishing.

25. PETER WAHER. *Learning Internet of Things*. Editura: Copyright © 2015 Packt Publishing

26. DIRK HENRICI, ANETA KABZEVA AND PAUL MÜLLER. *RFID Architecture*.

27. User Manual for the SM150T. - <https://www.delta-t.co.uk/wp-content/uploads/2017/01/SM150T-user-manual-version-1.0.pdf>

28. Системы хранения данных для работы с High Load проектами. NAS. Часть 2.  
<https://antiddos.biz/sistemy-xraneniya-dannyx-dlya-raboty-s-high-load-proektami-nas-chast-2/>