



**Universitatea Tehnică a Moldovei**

**CERCETAREA REȚELELOR DE  
TELEMETRIE FĂRĂ FIR PENTRU SISTEMUL  
IOT SMART HOUSE BAZAT PE TEHNOLOGIA  
CISCO**

**Student:**

**Frangu Fiodor**

**Coordonator:**

**Jdanov Vladimir**

**conf. univ., dr.**

**Chișinău, 2023**

## ADNOTARE

**Autor:** Frangu Fiodor, SCE-211M

**Subject:** “Cercetarea rețelelor de telemetrie fără fir pentru sistemul IoT SMART HOUSE bazat pe tehnologia CISCO”

**Structura lucrării:** consists of 65 pages, Introduction, 3 sections, Conclusion, Bibliography.

**Cuvinte cheie:** IoT, SMARTHOUSE, Kit, Cisco, telemetrie, rețele fara fir.

**Problematica studiului:** rețele de telemetrie fără fir pentru sistemul IoT SMART HOUSE

**Scopul lucrării:** Cercetarea rețelelor de telemetrie fără fir pentru sistemul IoT SMART HOUSE bazat pe tehnologia CISCO.

### **Obiectivele:**

1. Să analizeze rețelele fără fir ale casei inteligente;
2. Să investigheze protocoale și standarde pentru rețelele de telemetrie Smart Home;
3. Să dezvolte algoritmi - software pentru case inteligente;
4. Să dezvolte un model de simulare a unei case inteligente bazate pe rețele de telemetrie fără fir utilizând instrumentele software CISCO;
5. Să dezvolte un sistem de casă inteligentă pe baza modelului de simulare.

**Metodele aplicate:** pentru a realiza proiectul, au fost parcurse etapele standard de proiectare a produselor hard pentru sisteme încorporate, tehnologia IoT.

**Rezultatele obținute:** Recomandări privind alegerea echipamentelor de telecomunicații de la un singur producător cu interfețe și protocoale de schimb deschise, și anume Cisco Corporation; Pentru telemetria casei inteligente și furnizarea de servicii de calitate (QoS), ar trebui utilizate recomandările protocolului de interacțiune multifuncțională IoT MQTT bazat pe modelul editor/abonat. O rețea digitală simulată de case inteligente bazată pe echipamente Cisco Systems a fost construită cu ajutorul mediului social dinamic Packet Tracer, care rezolvă problemele legate de potrivirea dispozitivelor IoT și a echipamentelor de rețea.

## SUMMARY

**Author:** Frangu Fiodor, SCE-211M

**Title:** “Research on wireless telemetry networks for CISCO-based SMART HOUSE IoT system”

**Thesis structure:** consists of 65 pages, Introduction, 3 sections, Conclusion, Bibliography.

**Keywords:** IoT, SMARTHOUSE, Cisco Kit, telemetry, wireless networks.

Study problem: wireless telemetry networks for SMART HOUSE IoT system

Aim of the paper: researching wireless telemetry networks for the SMART HOUSE IoT system based on CISCO technology.

**Research area:** wireless telemetry networks for CISCO-based SMART HOUSE IoT system

**Thesis purpose:** Research on wireless telemetry networks for CISCO-based SMART HOUSE IoT system.

**Objectives:**

1. To analyze the wireless networks of the smart home;
2. To investigate protocols and standards for Smart Home telemetry networks;
3. Develop algorithms - software for smart homes;
4. Develop a simulation model of a smart home based on wireless telemetry networks using CISCO software tools;
5. Develop a smart home system based on the simulation model.

**Applied methods:** to carry out the project, the following steps were taken, The standard design stages of hard products for embedded systems, IoT technology.

**The obtained results:** Recommendations on the choice of telecommunication equipment from a single manufacturer with open interfaces and exchange protocols, i.e. Cisco Corporation; For smart home telemetry and quality of service (QoS) provision, the recommendations of the MQTT IoT multifunction interaction protocol based on the publisher/subscriber model should be used. A simulated digital smart home network based on Cisco Systems equipment was built using the Packet Tracer dynamic social environment, which solves the problems of matching IoT devices and network equipment.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	9
<b>1. АНАЛИЗ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ "SMART HOUSE"</b> .....	11
1.1 Основные понятия SMART HOUSE.....	11
1.2 Системы домашней автоматизации.....	13
1.3 Требования к системе SMART HOUSE.....	16
1.4 Системы и конечное оборудование сетей SMART HOUSE.....	18
1.4.1 Стартовый комплект Fibaro Starter Kit.....	18
1.4.2 Стартовый набор Easy Smart Box.....	18
1.4.3 Готовое решение системы умный дом SenseHome Mini.....	19
1.4.4 Система автоматизации Inwion.....	20
1.4.5 Система домашней автоматизации MajorDoMo.....	20
1.5 Протоколы и интерфейсы в системе SMART HOUSE.....	22
1.5.1 Протокол X10.....	22
1.5.2 Коммуникационный протокол телеметрии Modbus.....	23
1.5.3 Интерфейс телеметрии RS-485.....	24
1.6 Беспроводные технологии в системе "умный" дом.....	24
Выводы .....	25
<b>2. ИССЛЕДОВАНИЕ СЕТЕЙ ТЕЛЕМЕТРИИ SMART HOUSE</b> .....	26
2.1 Технология Ethernet и локальные проводные сети.....	26
2.2 Технология беспроводной локальной сети Wi-Fi.....	30
2.3 Технологии беспроводных мобильных сетей 3G/4G.....	34
2.4 Многослойные модели: TCP/IP, OSI.....	35
2.5 Протокол UDP.....	38
2.6 Типы адресов и портов (интерфейсов).....	39
2.7 Сравнение протоколов телеметрии MQTT и HTTP.....	39
Выводы.....	43
<b>3. ПОСТРОЕНИЕ CISCO МОДЕЛИ SMART HOUSE</b> .....	45
3.1 Описание программы имитационного моделирования Cisco Packet Tracer .....	45
3.2 Описание интерфейса среды моделирования Cisco Packet Tracer .....	46
3.3 Построение телекоммуникационной сети.....	49
3.3.1 Сегмент локальной телекоммуникационной сети HOUSE.....	49
3.3.2 Модель "умной" сети энергоснабжения жилого дома.....	54
3.3.3 Устройства и компоненты " SMART HOUSE " .....	56
Выводы .....	60
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	61
<b>БИБЛИОГРАФИЯ</b> .....	63

## **ВВЕДЕНИЕ**

Домашняя автоматизация государственного управления и управления домашними объектами с помощью микроконтроллера или компьютерных технологий становится на сегодняшний день все более распространенной [1-3]. Сети и системы домашней автоматизации сейчас пользуются большой популярностью в мире. Их строят с нуля, покупают и инсталлируют в процессе ремонта, а также собирают из доступных комплектующих.

Системы домашней автоматизации решают следующие задачи[4]:

1. дистанционное управление электроприборами. Оно может быть как внутри помещения и за его пределами;
2. обеспечение комфортной среды;
3. увеличение свободного времени, которое использовалось для выполнения рутинных задач;
4. повышение качества жизни человека в целом.

Часто в качестве синонима термина "система домашней автоматизации" используют понятие "Умный" дом ("SMART HOUSE"), но это не совсем точно. Понятие «Умный» дом несколько шире. «Умный» дом кроме сценариев управления бытовыми приборами и инженерными системами обеспечивает совместную, скоординированную работу всех систем. Управление «умным» зданием осуществляется на основе сценариев. Все системы умного дома используют показатели сенсоров и на их основе реализуют те или иные сценарии. Сложность сценариев может быть разной: от простых автоматов до использования компонентов искусственного интеллекта. В «Умном» доме всегда должен быть заложен компенсаторный вариант работы системы, когда при отказе какого-либо оборудования система не выходит из строя, а использует альтернативный сценарий работы. «Умный» дом должен работать, основываясь на стиле жизни хозяина. Система должна легко перестраиваться на разные режимы и условия работы, например, учитывать выходные, отпуск, приход гостей, день, ночь и т.п.

Технология автоматизации в настоящее время основана на использовании соединения различных объектов – Интернет вещей (IoT), общающихся в сети Интернет. Посредством сетевой технологии интернет, IoT объекты интегрированы в системы автоматизированного управления для их дистанционного и локального управления [2,3]. Использование для построения «умных» зданий различных сетевых технологий и большого разнообразия IoT

устройств и компонентов, интерфейсов управления и программных продуктов от разных производителей, приводит к сложности их проектирования, развертывания, обеспечения согласованности и не позволяет их широко внедрять. Поэтому разработка модели «умной» цифровой сети на базе унифицированного телекоммуникационного оборудования одного производителя Cisco с согласованной работой подключенных к ней широкого спектра IoT устройств является актуальной задачей.

**Целью** работы является построение имитационной модели цифровой умной сети индивидуального жилого дома на базе оборудования Cisco Systems.

Объектом исследований есть процессы обмена телеметрической информации в сетях HOUSE.

Для достижения указанной цели необходимо решить следующие **задачи**:

1. провести анализ беспроводных сетей SMART HOUSE;
2. исследовать протоколы и стандарты сетей телеметрии SMART HOUSE;
3. разработать алгоритмически – программное обеспечение SMART HOUSE;
4. разработать имитационную модель SMART HOUSE на базе беспроводных сетей телеметрии с использованием программных средств CISCO;
5. работать систему SMART HOUSE на основе имитационной модели;

Предметом исследований есть имитационная модель цифровой умной сети индивидуального жилого дома.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Технология автоматизации в настоящее время основана на использовании соединения различных объектов – Интернет вещей (IoT), общающихся в сети Интернет. Посредством сетевой технологии интернет, IoT объекты интегрированы в системы автоматизированного управления для их дистанционного и локального управления. Использование для построения «умных» зданий различных сетевых технологий и большого разнообразия IoT устройств и компонентов, интерфейсов управления и программных продуктов от разных производителей, приводит к сложности их проектирования, развертывания, обеспечения согласованности и не позволяет их широко внедрять. Поэтому разработка модели «умной» цифровой сети на базе унифицированного телекоммуникационного оборудования одного производителя Cisco с согласованной работой подключенных к ней широкого спектра IoT устройств является актуальной задачей.

Целью работы является построение имитационной модели цифровой умной сети индивидуального жилого дома на базе оборудования Cisco Systems. Объектом исследований есть процессы обмена телеметрической информации в сетях HOUSE.

В ходе выполнения дипломной работы были раскрыты следующие вопросы и решения таких задач:

1. Проведенный анализ существующих решений по теме работы показал, что применение на практике сетей различных стандартов, с использованием подключенных к ним компонентов и сенсоров с разными интерфейсами, протоколами их работы от разных производителей, приводит к принципиальной сложности их согласованности при построении и развертывании систем Smart House и обеспечены составной работы сети в целом. Приведены рекомендации по выбору телекоммуникационного оборудования одного производителя с открытыми интерфейсами и протоколами обмена, которыми является корпорация Cisco.
2. Проведен анализ основных технологий, стандартов и протоколов. Предоставлены рекомендации по использованию сетей стандартов Ethernet для построения локальных и глобальных сетей с обеспечением проводного доступа и стандартов Wi-Fi и 3G/4G. Это позволит абонентам получить беспроводной доступ в сеть мобильного Интернета. При этом следует использовать концептуальную модель OSI и открытую модель TCP/IP, которая описывает два стандарта TCP и Интернет-протокол – IP. Для организации телеметрии «умного» дома и обеспечения качества обслуживания (QoS) следует использовать

рекомендации многофункционального протокола взаимодействия IoT MQTT, основанный на модели издатель/подписчик.

3. Построена имитационная цифровая «умная» сеть индивидуального жилого дома на базе оборудование Cisco Systems с использованием динамической социальной среды Packet Tracer, что позволило решить проблемы согласования IoT устройств и сетевого оборудования.

4. Произведена конфигурация отдельных сегментов «умной» сети «Smart Home» с помощью виртуального оборудования Cisco и симулятора Packet Tracer 7.3.1. Описано поведение работы подключенных к сети IoT устройств и правила их срабатывания.

5. Разработанное алгоритмически – программное обеспечение с использованием языка программирования JavaScript.

Оличительной особенностью проекта является использование оборудование Cisco Systems с использованием динамической социальной среды Packet Tracer, что позволило решить проблемы согласования IoT устройств и сетевого оборудования.



## БИБЛИОГРАФИЯ

1. "Избыток Интернета в Enterprise Context" в Future Internet-FIS 2008 Lecture Notes в компьютерной медицине Vol. 5468 2009.
2. Jie, Yin, et al. "SMART HOUSE system основан на технологиях iot." Computational and Information Sciences (ICCIS), 2013 Fifth International Conference on. IEEE, 2013.
3. Soliman, Moataz, et al. "SMART HOUSE: Integrating internet of things with web services and cloud computing." Cloud Computing Technology and Science (CloudCom), 2013 IEEE 5th International Conference on. Vol. 2. IEEE, 2013.
4. Chatteraj, Subhankar. "SMART HOUSE Automation основан на различных sensors and Arduino, как master controller."
5. Alam, MR; Reaz, MBI; Ali, MAM Review of SMART HOUSE s-Past, present, and future. IEEE Trans. Syst. Man Cybern. Part C 2012, 42, p. 1190-1203.
6. Оборудование для умного дома SenseHome [Электронный ресурс] // Умный дом SenseHome. – Режим доступа: <https://sensehome.ru>
7. InwiON – Видео [Электронный ресурс] // Национальная библиотека им InwiON. – Режим доступа: <http://inwion.ru>
8. V. Ricquebourg, D. Menga, D. Durand, B. Marhic, L. Delahoche, and C. Loge, "The SMART HOUSE concept: our immediate future," in Proc. of IEEE Int. Conf. E-Learn. Ind. Электрон. (ICELIE). Хаммамет, Тунис: IEEE, Дек. 2006, pp. 23–28.
9. N. Dickey, D. Banks and S. Sukittanon, "Home automation using Cloud Network and mobile devices," Southeastcon, 2012 Процессы IEEE, Orlando, FL, 2012, pp. 1-4.
10. S. Folea, D. Bordenca, C. Hotea and H. Valean, "SMART HOUSE automation система использования Wi-Fi low power devices," Automation Quality and Testing Robotics (AQTR), 2012 IEEE International Conference on, Cluj-Napoca, 2012, pp. 569-574. 78
11. Стартовый комплект «Умный дом» Fibaro Starter Kit (FIB\_Start) – название с экрана [Электронный ресурс] // "Технологии для жизни". – Режим доступа: <http://sweetcheap.online>
12. EasySmartBox - готовые системы Умный Дом от производителя [Электронный ресурс] // EasySmartBox. – Режим доступа: <http://easysmartbox.com>
13. Сообщество MajorDoMo – название с экрана- [Электронный ресурс]– Режим доступа: <https://mjdm.ru/>
14. Ludmila Pesa, Dinu Țurcanu. Computer networks: Practical examples solved to be introduced in computer networks. ISBN 978-9975-45-812-2. Chişinău, Publisher „Tehnica-UTM”, 2022.

15. Țurcanu Dinu, Nistiriuc Pavel, Chihai Andrei, Țurcanu Tatiana. Intelligent Traffic Management – Chisinau Smart City. 5th International Conference “Telecommunications, Electronics and Informatics” ICTEI 2015. Chisinau, 20-23 May 2015. p.17-20.
16. Элсенпитер Р.К. Умный Дом строим сами / Элсенпитер Роберт К., Велт Тоби Дж.; под переводом Казаченко В.; КУДИЦ-Образ – 2005 г.
17. X10 Европа - Wireless solutions for 230 volts countries- [Электронный ресурс]//x10europe.com. – Режим доступа: <http://www.x10europe.com>
18. Ding, D.; Cooper, RA; Pasquina, PF; Pasquina, LF Sensor technology for SMART HOUSE. Maturitas 2011, 69, 131-136.
19. Локотков, А. Интерфейсы последовательной передачи данных. Стандарты RS-422/RS-485 / Локотков А. // СТО. – 1997 - №3.
20. Z-wave Украина /about\_us – название с экрана [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://z-wave.com.ua/about\\_us](https://z-wave.com.ua/about_us)
21. Протоколы Bluetooth IEEE 802.15.1 [Электронный ресурс] // GAW.ru. – Режим доступа: <http://www.gaw.ru>
22. Декодирование сигналов инфракрасного дистанционного пульта управления [Электронный ресурс] // chipenable.ru. – Режим доступа: <http://chipenable.ru>
23. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы технологии, протоколы: Юбилейное издание. - Учебник для вузов, 2020. – С. 1008. ISBN:978-5-4461-1426-9.
24. IEEE 802.11TM wireless local area networks – Название с экрана – Режим доступа: <https://www.ieee802.org/11/>
25. ITU paves way for next-generation 4G mobile technologies – Название из экрана – Режим доступа: <https://cutt.ly/ehGkRjX>
26. Домашняя страница LTE – Режим доступа: <https://web.archive.org/web/20081207052302/http://www.3gpp.org/article/lte> RFC 793 – формат TCP протокола.
27. Кручинин С.В. Семиуровневая модель OSI/ISO и стек протоколов TCP/IP: исследование взаимоотношения и интерпретации – Научно-исследовательские публикации, 2015, №5 (25). – С. 115-120.
28. RFC 790, RFC791 – формат IP протокола. Двадцать седьмой Таненбаум Э. "Компьютерные сети". Э. Таненбаум, пер. с англ. В. Шрага изд. 4-е, СПб-2010.- 992 с.
29. MQTT: The Standard for IoT Messaging. – Название с экрана. – Режим доступа: <https://mqtt.org/>

30. Hypertext Transfer Protocol - HTTP/1.1 – название с экрана. – Режим доступа: <https://tools.ietf.org/pdf/rfc2616.pdf>
31. Трансляция сетевых адресов NAT – заглавие с экрана. - режим доступа: <http://ciscotips.ru/nat>
32. Симулятор Packet Tracer 7.3.1: <http://www.packettracernetwork.com/>
33. Packettracernetwork: <http://www.packettracernetwork.com/internet-of-things/pt7-iot-devicesconfiguration.htm>
34. Пакет.netacad: <http://www.netacad.com>
35. Sun, Liangxu, et al. "Comparison between physical devices and simulator software for Cisco technology teaching." Computer Science & Education (ICCSE), 2013 8th International Conference on IEEE, 2013.
36. «Технологическая карта технологического плана европейской энергетической стратегии 2011 г.», 2011 Technology Map of European Strategic Energy Technology Plan (SET-Plan) – Объединенный исследовательский центр Еврокомиссии Joint Research Centre (JRC).
37. «Проекты Smart Grid в Европе: извлеченные уроки и состояние развития», - Smart Grid projects in Europe: lessons learned and current developments, Объединенный исследовательский центр Еврокомиссии Joint Research Centre (JRC).
38. «Энергоэффективность. Интеллектуальные сети. Разработка европейских стандартов» – Название с экрана. - режим доступа: <http://www.bntu.com/>.
39. Dynamic Host Configuration Protocol – заглавие с экрана. – режим доступа: <https://tools.ietf.org/html/rfc2131>