

**MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII MOLDOVA**

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

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

„\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2023

**Cercetare și elaborarea sistemului de securitate și  
alarmă antiincendiu bazat pe rețele de senzori IoT**

**Исследование и разработка системы охранной и  
пожарной сигнализации на основе сенсорных сетей  
IoT**

**Teza de master**

**Student:**

**Bassarab Consatantin,  
gr. SCE – 211M**

**Coordonator:**

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

**Chișinău, 2023**

## ADNOTARE

**Autorul:** Basarab Constantin gr. SCE-211M

**Tema:** Cercetare și elaborarea sistemului de securitate și alarmă antiincendiu bazat pe rețele de senzori IoT

**Structura lucrării:** constă din 57 pagini, pagini de titlu, aviz, rezumat, introducere, 3 capitoli, concluzii, bibliografie.

**Cuvinte cheie:** sistemului de securitate, alarmă antiincendiu, infrastructurii SMARTCITY.

**Scopul lucrării:** Cercetare și elaborarea sistemului de securitate și alarmă antiincendiu bazat pe rețele de senzori IoT pentru dezvoltarea infrastructurii SMARTCITY.

### **Obiectivele:**

1. Efectuarea analizei a BSOSS IoT moderne;
2. Dezvoltarea structurii sistemului IoT BSOSS;
3. Selectarea tehnologiei IoT BSOSS cu toleranță la erori;
4. Dezvoltarea unei structuri BSOSS bazate pe ZigBee/GSM;
5. Elaborarea unei metodologii pentru selectarea unei variante raționale de construire a unui BSOSS IoT

**Rezultatele obținute.** Rețelele de senzori fără fir existente pentru sistemele de alarmă împotriva incendiilor și de securitate (BSOPS) necesită un sistem de comunicare pentru un schimb de informații fără probleme, transmiterea la timp a comenzilor, prescripțiilor, decât va asigura un control de calitate și neîntrerupt. Pentru a realiza acest lucru, echipamentele de comunicare utilizate trebuie să corespundă cerințelor timpului nostru.

Un exemplu în acest sens ar fi implementarea unei rețele de senzori pentru sarcini relevante. Rețeaua are o bună capacitate de recunoaștere a diferitelor obiecte metalice, inclusiv a celor în mișcare. Utilizarea unei rețele de senzori face posibilă identificarea locației persoanelor dintr-o zonă aflată sub control, urmărirea mișcărilor acestora, monitorizarea mediului, a vremii, a situației și, cel mai important, contribuie la prevenirea pierderilor de vieți omenești în rândul personalului care îndeplinește sarcini relevante, utilizând diferiți senzori. Pe măsură ce tehnologia se îmbunătățește, nevoia de rețele de senzori fără fir nu face decât să crească.

## ANNOTATION

**Author:** Basarab Constantin, gr. SCE211

**Title:** Research and development of a security and fire alarm system based on IoT sensor networks

**Thesis structure:** consists of 57 pages, title pages, opinion, summary, introduction, 3 chapters, conclusions, bibliography

**Key words:** security system, fire alarm, SMARTCITY infrastructure.

**Research problem:** Ensuring the safety of life in densely populated cities with the help of modern IoT technologies is a priority for the development of SMARTCITY infrastructure.

**Thesis purpose:** Research and development of a security and fire alarm system based on IoT sensor networks for the development of SMARTCITY infrastructure.

**Objectives:**

1. An analysis of modern IoT BSOSS;
2. Develop the structure of the BSOSS IoT system;
3. Selection of fault-tolerant BSOSS IoT technology
4. Development of a ZigBee/GSM based BSOSS framework
5. Development of a methodology for selecting a rational option for building an IoT BSOSS

**Relevance and results of the researches:** Existing wireless sensor networks for fire and security alarm systems (BSOPS) require a communication system for seamless information exchange, timely transmission of commands, prescriptions, that will ensure quality and uninterrupted control. To achieve this, the communication equipment used must meet the requirements of our time.

An example of this would be the implementation of a sensor network for relevant tasks. The network has a good ability to recognise various metal objects, including moving ones. The use of a sensor network makes it possible to identify the location of people in an area under control, track their movements, monitor the environment, the weather, the situation and, most importantly, help prevent loss of life among personnel performing relevant tasks using different sensors. As technology improves, the need for wireless sensor networks only increases.

The aim of this qualifying work is to research and develop a BSOPS IoT system.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	9
<b>1 АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ</b> .....	11
1.1 История развития сенсорных сетей.....	11
1.2 Современные беспроводные сенсорные сети.....	12
1.2.1 Компоненты беспроводные сенсорные сети .....	13
1.2.2 Структура беспроводных сенсорных сетей .....	14
1.2.3 Архитектура беспроводных сенсорных сетей .....	15
1.2.4 Классификация беспроводных сенсорных сетей .....	18
1.2.5 Топология беспроводных сенсорных сетей.....	18
1.2.6 Программное обеспечение беспроводные сенсорных сетей .....	21
<b>2 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ БСПОС ИОТ</b> .....	27
2.1. Формирование требований к системе БСПОС ИОТ.....	27
2.2. Выбор технологии БСОПС.....	36
2.3. Разработка двухуровневой системы БСПОЛС ИОТ.....	43
<b>3 ВЫБОР АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ БСПОС ИОТ</b> .....	48
3.1. Структура БСПОС на базе технологии ZigBee/GSM.....	48
3.2. Разработка методики выбора варианта БСПОС.....	51
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	55
<b>БИБЛИОГРАФИЯ</b> .....	56

## **ВВЕДЕНИЕ**

Технология IoT в системах пожарной сигнализации.

Сеть Интернета вещей — это система, которая собирает, передает и хранит данные с помощью программируемого программного обеспечения, датчиков, электроники и средств связи. Система предназначена для оповещения и оповещения удаленной пожарной части и пользователя/владельца в случае возникновения пожара. В последние годы Интернет вещей (IoT) применяется в различных областях, включая «умное» сельское хозяйство, «умное» здравоохранение и «умные дома». Несколько преимуществ IoT можно найти в домашней автоматизации, включая удаленное управление и обслуживание, а также автономное соединение устройств. Взаимодействуя между устройствами и зная об обмене информацией, система IoT снижает инженерные затраты на одновременную работу со всеми устройствами. В результате того, что люди предпочитают экономить деньги, а не инвестировать в эффективные системы пожарной сигнализации, в наши дни пожары распространяются быстро.

Помимо доступности, эффективности и реагирования, еще предстоит решить некоторые вопросы. Из-за трудностей, изложенных выше, это исследование направлено на разработку системы, которая может обнаруживать тепло и дым с помощью системы пожарной сигнализации с использованием технологии IoT, которая делает ее более надежной и эффективной. С помощью IoT система считывает данные о тепле и пламени и анализирует их, а затем сразу же отправляет вызов в пожарную часть через GSM и сообщает о своем местонахождении.

Благодаря своей низкой стоимости и простоте разработки, в последнее время он используется в различных приложениях. Следовательно, система обнаружения пожара с возможностями Интернета вещей необходима для защиты производственных единиц, магазинов и другого имущества домовладельцев, поскольку она выявляет ранние пожары.

Актуальность темы исследования. Существующие беспроводные сенсорные сети пожарно-охранной сигнализации (БСОПС) требуют от системы связи бесперебойного обмена информацией, своевременной передачи приказов, предписаний, чем она обеспечит качественное и бесперебойное управление. Для этого используемые средства связи должны соответствовать требованиям нашего времени.

Примером этого может служить развертывание сенсорной сети для решения соответствующих задач. Сеть имеет хорошие возможности по распознаванию различных металлических объектов, в том числе движущихся. Применение сенсорной сети позволяет выявлять расположение людей на подконтрольной территории, отслеживание их перемещения, мониторинг экологии, погоды, обстановки, а главное способствует предотвращению потерь среди личного состава при решении соответствующих задач

используются различные сенсорные датчики. С усовершенствованием технологий потребность в беспроводных сенсорных сетях только растет.

**Целью** данной квалификационной работы является исследование и разработка системы БСОПС IoT. Для достижения указанной цели необходимо решить следующие **задачи**:

1. Анализ современных БСОПС IoT;
2. Разработка структуры системы БСОПС IoT;
3. Выбор технологии отказоустойчивой БСПОС IoT
4. Разработка структуры БСПОС на базе ZigBee/GSM
5. Разработка методики выбора рационального варианта построения БСОПС

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Существующие беспроводные сенсорные сети пожарно-охранной сигнализации (БСОПС) требуют от системы связи бесперебойного обмена информацией, своевременной передачи приказов, предписаний, чем она обеспечит качественное и бесперебойное управление. Для этого используемые средства связи должны соответствовать требованиям нашего времени.

Примером этого может служить развертывание сенсорной сети для решения соответствующих задач. Сеть имеет хорошие возможности по распознаванию различных металлических объектов, в том числе движущихся. Применение сенсорной сети позволяет выявлять расположение людей на подконтрольной территории, отслеживание их перемещения, мониторинг экологии, погоды, обстановки, а главное способствует предотвращению потерь среди личного состава при решении соответствующих задач используются различные сенсорные датчики. С усовершенствованием технологий потребность в беспроводных сенсорных сетях только растет.

Целью данной квалификационной работы исследование и разработка системы БСОПС IoT. Для достижения указанной цели были решены следующие задачи:

1. Проведен анализ современных БСОПС IoT.

Выяснено, что сети ZigBee наиболее эффективно для задач ПОС, т.к. обладают помехоустойчивостью в инфраструктуре зданий, благодаря mesh топологии.

2. Разработана отказоустойчивая БСПОС на базе технологии MQTT IoT

Протокол MQTT является инкапсулярным протоколом для стека TCP/IP и поэтому гарантирует доставку пакетов даже в условиях временной потери связи.

3. Разработана структура БСПОС на базе технологии ZigBee/GSM

Эта структура является физическим (physical) и канальным (chanal) уровнем системы отказоустойчивой БСПОС на базе технологии MQTT IoT

4. Разработана методика выбора рационального варианта построения БСОПС IoT.

Методика основывается на выборе нелицензионных частот, обеспечивающих локальный доступ к шлюзам системы. Полученные результаты представляют большой интерес для многих специализированных областей, таких как транспорт троллейбусов, аварийных буксиров для электромобилей, электропогрузчиков для складов и т.д.

## БИБЛИОГРАФИЯ

1. Mobile Wireless Sensor Networks Overview / J. Rezazaden, M. Moradi, A. Samad Ismail // International Journal of Computer Communications and Networks, 2012.
2. Кучерявый, А. Е. Самоорганизующиеся сети / А. В. Прокопьев, Е. А. Кучерявый. – СПб. : Любавич, 2011. – 312 с
3. Recommendation Y.2060. Overview of Internet of Things. ITU-T, Geneva. – February 2012.
4. Гольдштейн, Б.С. Сети связи пост – NGN/Б.С. Гольдштейн, А.Е. Кучерявый // БХВ, С.Петербург, 2013.
8. IEEE Std 802.15.1-2002, IEEE Standard for Information technology— Telecommunications and information exchange между системами—Local and metropolitan area networks— Specific requirements.
9. IEEE Std 802.15.2-2003, IEEE Recommended Practice for Information technology— Telecommunications and information exchange между системами—Local and metropolitan area networks— Specific requirements
10. IEEE Std 802.11, 1999 Edition (Reaff 2003), Information technology— Telecommunications and information exchange между системами—Local and metropolitan area networks—Specific requirements—Specifications.
11. Ludmila Peca, Dinu Țurcanu. Computer networks: Practical examples solved to be introduced in computer networks. ISBN 978-9975-45-812-2. Chișinău, Publisher „Tehnica-UTM”, 2022.
12. IEEE Std 802.11a-1999 (Reaff 2003), Supplement to IEEE Standard for Information technology— Telecommunications and information exchange между systems—Local and metropolitan area networks— Specific requirements.
13. IEEE Std 802.11b-1999, Разработка IEEE Standard for Information technology— Telecommunications and information exchange between systems—Local and metropolitan area networks— Specific requirements.
14. IEEE Std 802.11g-2004, IEEE Standard for Information technology— Telecommunications and information exchange между системами—Local and metropolitan area networks— Specific requirements— Specifications.
15. IEEE Std 802.11i-2004, IEEE Standard for Information technology— Telecommunications and information exchange между системами—Local and metropolitan area networks—Specific requirements.
16. IEEE Std 802.11n-2009, IEEE Standard for Information technology— Telecommunications and information exchange между системами—Local and metropolitan area networks.
17. IEEE 802.15.4. Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specification for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs), 2003



18. Минович А.И., Романюк В.А. Маршрутизация в мобильных радиосетях – проблема и пути решения // Связь. – 2006. – №7. – С. 49 – 55.
19. Романюк В.А., Жук А.В., Сова О.Я. Анализ протоколов маршрутизации в беспроводных сенсорных сетях // Сборник научных трудов ВИТИ НТУУ «КПИ». – 2008. – №1. – С. 73 – 85.