

Центральноукраїнський національний технічний університет
Механіко-технологічний факультет
Кафедра кібербезпеки та програмного забезпечення

”Допущено до захисту”
Завідувач кафедри кібербезпеки
та програмного забезпечення
д.т.н., професор
_____ Олексій СМІРНОВ
« ____ » _____ 2026 р.

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему
“Програмне забезпечення системи забезпечення Інтернету
речей на основі технології Power over Ethernet”

Виконав здобувач вищої освіти
IV курсу, групи КІ-23-МБ
ОПП «Комп’ютерна інженерія»
спеціальності 123 «Комп’ютерна інженерія»
_____ Гнатенко О.С.
« ____ » _____ 2026 р.

Керівник проекту
кандидат фізико-математичних наук, доцент
_____ Петренюк В.І.
« ____ » _____ 2026 р.
Рецензент _____

Центральноукраїнський національний технічний університет
Факультет Механіко-технологічний
Кафедра Кібербезпеки та програмного забезпечення
Освітній ступінь бакалавр
Галузь знань 12 "Інформаційні технології"
Спеціальність 123 "Комп'ютерна інженерія"
Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма "Комп'ютерна інженерія"

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
д.т.н., проф.
_____ Олексій СМІРНОВ
« 27 » лютого 2026 року

ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА ПЕРШИМ (БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Гнатенку Олексію Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Програмне забезпечення системи забезпечення
Інтернету речей на основі технології Power over
Ethernet*

2. Керівник роботи *Петренюк Володимир Ілліч, канд. фіз.-мат. наук, доцент*
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу № 126-02 від 27.02.2026 року

3. Строк подання студентом роботи до захисту 23.05.2026 р.

4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи: *Метою роботи є розробка
програмного забезпечення системи забезпечення Інтернету речей на основі
технології Power over Ethernet*

5. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно
розробити)

1. Призначення та область використання.

2. Перегляд аналогічних існуючих систем.

3. Опис і обґрунтування проектних рішень.

4. Етапи програмування системи.

5. Впровадження системи в промислову експлуатацію.

6. Висновки

6. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Структурна схема системи 1 аркуш

Функціональна схема системи 1 аркуш

Діаграма процесів 1 аркуш

Блок-схема алгоритму роботи додатку 2 аркуша

7. Дата видачі завдання « 27 » лютого 2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти	Строк виконання етапів випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти	Примітка
1.	Аналіз існуючих систем	10.03.2026 р.	
2.	Постановка задачі, оформлення ТЗ	15.03.2026 р.	
3.	Розробка моделі компонента	20.03.2026 р.	
4.	Розробка структур даних	25.03.2026 р.	
5.	Розробка алгоритмів зв'язку та відображення	30.03.2026 р.	
6.	Програмування алгоритмів	10.04.2026 р.	
7.	Оформлення ПЗ	17.04.2026 р.	
8.	Попередній захист роботи	23.05.2026 р.	

Дата видачі завдання
« 27 » лютого 2026 р.

Підпис керівника

Петренюк В.І.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання
« 27 » лютого 2026 р.

Підпис здобувача

Гнатенко О.С.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Гнатенко О.С. Програмне забезпечення системи забезпечення Інтернету речей на основі технології Power over Ethernet. 123 Комп'ютерна інженерія. Центральноукраїнський національний технічний університет. Кропивницький. 2026.

В даній випускній кваліфікаційній роботі за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи забезпечення Інтернету речей на основі технології Power over Ethernet.

Метою розробки є програмне забезпечення системи забезпечення Інтернету речей на основі технології Power over Ethernet.

Результат роботи – програмна реалізація системи забезпечення Інтернету речей на основі технології Power over Ethernet.

В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Розроблено зручний інтерфейс користувача. Наведені інструкції по роботі з програмними засобами.

Програма може використовуватися на ПЕОМ з ОС Windows 10/11.

Програму розроблено в середовищі Builder C++.

Ключові слова: комп'ютерна інженерія, Інтернет речей, Power over Ethernet

ABSTRACT

Hnatenko O.S. Software for the Internet of Things system based on Power over Ethernet technology. 123 Computer Engineering. Central Ukrainian National Technical University. Kropyvnytskyi. 2026.

In this final qualification work for the first (bachelor's) level of higher education, software has been developed, which is intended for the Internet of Things system based on Power over Ethernet technology.

The purpose of the development is software for the Internet of Things system based on Power over Ethernet technology.

The result of the work is software implementation of the Internet of Things system based on Power over Ethernet technology.

In the process of working on the software model, an analysis of existing hardware and software was performed. All components of the developed software are fully described.

A convenient user interface has been developed. Instructions for working with software are provided.

The program can be used on a PC with OS Windows 10/11.

The program was developed in the Builder C++ environment.

Keywords: computer engineering, Internet of Things, Power over Ethernet

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ	2
ВСТУП.....	3
1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ВИКОРИСТАННЯ	5
1.1 Призначення системи.....	5
1.2 Область застосування.....	6
2 ПЕРЕГЛЯД АНАЛОГІЧНИХ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ	8
2.1 Огляд існуючих систем, технологій, архітектур та програмних рішень за профілем теми випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.....	8
2.2 Обґрунтування вибору засобів для побудови системи та мови програмування.....	13
2.3 Розгорнута постановка завдання	15
3 ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ	17
3.1 Опис функціонування системи	17
3.2 Розробка структурної схеми.....	23
3.3 Розробка функціональної схеми	31
3.4 Розробка діаграми процесів.....	33
4 РЕАЛІЗАЦІЯ РОБОТИ. РОЗРАХУНКИ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДАНІ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ВІРНІСТЬ ПРОЕКТНИХ ТА ПРОГРАМНИХ РІШЕНЬ.....	36
4.1 Розробка блок-схем та опис алгоритмів функціонування системи.....	36
4.2 Захист розробленого програмного забезпечення.....	48
5 ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ	50
6 ОСНОВНІ ВИСНОВКИ.....	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	54

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ			
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Програмне забезпечення системи забезпечення Інтернету речей на основі технології Power over Ethernet	Лім.	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Гнатенко О.С.					Б	1	61
Перев.	Петренко В.І.							
Н.контр.	Коваленко А.С.					ЦНТУ КІ-23-МБ		
Затв.	Смірнов О.А.							

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ

АРМ	—	автоматизоване робоче місце
АСУ	—	автоматизована система управління
ДБЖ	—	джерело безперебійного живлення
ДКС	—	домашня кабельна мережа
ДУ	—	дистанційне управління
ЕОМ	—	електронно-обчислювальна машина
ЕФ	—	екранна форма
ЗТО	—	звукова трансляція й оповіщення
ІБ	—	інтелектуальний будинок
ІЧ	—	інфрачервоний
ОВК	—	управління опаленням, вентиляцією й кондиціонуванням
ОДС	—	оперативна диспетчерська система
ОПС	—	охоронно-пожежна сигналізація
ПДУ	—	пульти дистанційного управління
ПЗ	—	програмне забезпечення
ПЛК	—	програмувальні логічні контролери
ПМО	—	програмно-математичного забезпечення
РК	—	рідкокристалічний
СКК	—	система кабельних комунікацій
ТЗ	—	технічне завдання
ЕІВ	—	європейська інсталяційна шина
PoE	—	Power over Ethernet
X10	—	технологія інтелектуального дому

ВСТУП

Актуальність теми. Стандарт IEEE 802.3bt був прийнято 27 вересня 2017 року й став завершенням багаторічних зусиль по стандартизації більш високих рівнів потужності для Power over Ethernet (PoE). Живлення через Ethernet (PoE) – це мережева технологія, яка дозволяє одночасно передавати електроенергію та дані через один кабель Ethernet. Замість розгортання окремих ліній живлення або адаптерів змінного струму, PoE забезпечує живлення постійного струму через стандартну виту пару Ethernet, спрощуючи встановлення та зменшуючи складність інфраструктури.

Спочатку стандартизований робочою групою IEEE 802.3, PoE був розроблений для підтримки мережевих пристроїв з низьким енергоспоживанням і з того часу еволюціонував для роботи з потужними додатками в комерційному, корпоративному та промисловому середовищах. Сьогодні PoE є базовою технологією в сучасних IP-мережах, широко використовується в IP-камерах, бездротових точках доступу, VoIP-телефонах, пристроях Інтернету речей, інтелектуальному освітленні та промислових периферійних системах.

З промислової точки зору, PoE є особливо цінним, оскільки він дозволяє:

- Централізоване керування живленням через комутатори PoE.
- Гнучке розміщення пристроїв без розеток поблизу.
- Вища надійність системи в поєднанні з мережами, що підтримуються ДБЖ.
- Нижчі витрати на розгортання та обслуговування.

З появою PoE+, PoE++ (802.3bt) подача живлення значно покращилася, що робить PoE придатним не лише для мережевої периферії, але й для промислових НМІ, датчиків та компактних промислових ПК. Розуміння того, що таке PoE, чому воно існує та де використовується, є важливим для проектування ефективних, масштабованих та перспективних систем на базі Ethernet.

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є програмне забезпечення системи забезпечення Інтернету речей на основі технології Power over Ethernet.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем забезпечення Інтернету речей на основі технології Power over Ethernet.
- Дослідження системи забезпечення Інтернету речей на основі технології Power over Ethernet.
- Програмна реалізація системи забезпечення Інтернету речей на основі технології Power over Ethernet.

Практична цінність отриманих результатів полягає в тому, що розроблені алгоритми дозволяють успішно вирішувати задачі забезпечення Інтернету речей на основі технології Power over Ethernet.

Таким чином, виходячи з вищеперерахованого, програмне забезпечення системи забезпечення Інтернету речей на основі технології Power over Ethernet, є актуальною задачею, яка потребує вирішення у даній випускній кваліфікаційній роботі за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ВИКОРИСТАННЯ

1.1 Призначення системи

Живлення через Ethernet (PoE) – це технологія, яка дозволяє передавати дані та доставляти електроенергію через стандартний кабель Ethernet, зазвичай Cat5e або вище. Поєднуючи живлення та дані в одному кабелі, PoE усуває необхідність в окремих джерелах живлення, зменшуючи складність проводки та вартість встановлення.

У системі PoE живлення постачається джерелом живлення (PSE) – найчастіше це комутатор PoE або інжектор PoE – і отримується від пристрою з живленням (PD), такого як IP-камера, точка бездротового доступу, VoIP-телефон, датчик Інтернету речей або промисловий HMI. Кабель Ethernet діє як спільний носій, одночасно передаючи мережеві дані та живлення постійного струму без перешкод.

Ключові характеристики PoE включають:

- Розгортання одного кабелю для живлення та мережі.
- Стандартизована робота, визначена стандартом IEEE 802.3.
- Автоматичне виявлення пристрою для запобігання пошкодженню.
- Централізоване керування живленням на рівні мережевого комутатора.

PoE працює шляхом подачі низьковольтного живлення на невикористовувані пари проводів або, в новіших стандартах, на всі чотири виті пари. Це дозволяє PoE підтримувати зростаючі рівні потужності, від базових мережевих пристроїв до потужнішого промислового та периферійного обчислювального обладнання.

За суттю, PoE перетворює Ethernet з інтерфейсу лише для передачі даних на єдину магістраль живлення та зв'язку, що робить його критично важливою технологією для сучасних корпоративних, IoT та промислових мереж.

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

1.2 Область застосування

Областю застосування є розумний будинок. Сама фраза «розумний будинок» звучить дуже привабливо, але при практичній реалізації зустрічаєшся з величезною кількістю обмежень. Насамперед, при спробі будувати такий будинок, треба розуміти, що саме ви б прагли зробити «розумним». Давайте розглянемо основні сценарії:

Керування освітленням

Надії: Включення вимикання освітлення за розкладом, віддалене включення вимикання, як з використанням додаткових вимикачів (настінних або пультів), так і за допомогою смартфона, а також голосу; зміна яскравості світильників (аналог диммування) або ж зміна кольору світильників.

Реалії: Якщо ви не робите ремонт у квартирі зі зміною всієї електропроводки, ваші можливості дуже обмежені. Справа в тому, що більшість розумних вмикачів/вимикачів вимагають, щоб до них було підведено два електропроводи: нуль і фаза. У реаліях більшості наших квартир до вимикачів підводять тільки «фазу». Безумовно, є варіанти «розумних» вимикачів, які працюють тільки на одному проведенні, але таких у рази менше. Інший варіант розв'язку цього завдання – міняти лампочки на «керовані», але цей варіант не підійде для люстр і світильників з нестандартними лампочками (наприклад, галогенними або маленькими LED).

Керування температурним режимом у квартирі

Надії: Включення/вимикання опалення, теплої підлоги, кондиціонерів по якихось сценаріях. Наприклад включати опалення тільки за годину до вашого приходу додому з роботи, щоб увесь день не витратити електроенергію на зігрівання порожнього будинку, або ж автоматично включати кондиціонери коли стає сильно спекуче.

Реалії: Використання централізованого термостата для керування температурою у всій квартирі в наших реаліях найчастіше недосяжна мрія, як і

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

індивідуальне керування опаленням у будинках з вертикальною проводкою (переводжу – ви не можете «прикрутити» тепло тільки в себе у квартирі, якщо у вас одна труба на весь під'їзд). Що реально досягти – керування «теплою підлогою» (якщо у вас така є), включення-вимикання кондиціонерів і обігрівачів залежно від температури в приміщенні. Один мій знайомий, який займається опаленням, розповідав, що йому в одній квартирі вдалося повністю замінити обігрів кондиціонерами, дотягшись при цьому значній економії на оплаті за опалення.

Голосове керування світлом/технікою

Надії: Усі ми прагнемо повністю управляти нашим розумним будинком за допомогою Асистента Google або Siri.

Реалії: Усе добре, поки ми не прагнемо управляти нашим будинком на рідній нам українській мові. Самий доступний і масовий розв'язок для голосового керування Асистент Google поки ще дуже погано говорить українською мовою. Налаштовується погано, не розуміє половину команд які доступні на англійській.

Сигналізування про «несподіванки» у будинку

Надії: Система може повідомляти у випадку проникнення в будинок, витоку газу або пожежі.

Реалії: Повідомляти те вона може, але тільки вас. На жаль, із сучасних систем розумного будинку зв'язуватися з пультовою охороною може тільки Ажах, але вона поки не може з'єднуватися ні з якими іншими системами, не має інтеграції ні з Асистентом Google, ні з Apple Homekit.

Таким чином, виходячи з вищеперерахованого, програмне забезпечення системи забезпечення Інтернету речей на основі технології Power over Ethernet, є актуальною задачею, яка потребує вирішення у даній випускній кваліфікаційній роботі за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

2 ПЕРЕГЛЯД АНАЛОГІЧНИХ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ

2.1 Огляд існуючих систем, технологій, архітектур, програмних рішень за профілем теми випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти

«Розумний будинок» Xiaomi

Компанія Xiaomi відома аматорам гаджетів своїми смартфонами, які щороку роблять фурор на ринку. Китайці постійно розвиваються, доповнюючи асортименти новими пристроями. Черговим доповненням стала система Xiaomi Smart Home.



Рисунок 2.1 – «Розумний будинок» Xiaomi

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Центральний модуль керування

Хаб виконує завдання по об'єднанню встановлених приладів. Зовні він виглядає як світильник і виконує його функцію. Пристрій здатний відображати 16 мільйонів квітів. У приміщенні вдається створити неповторну атмосферу. Вартість центрального блоку залежить від обраного магазину. Звичайно вона перебуває в межах 2000 грн.

Безпека

Безпека – важлива частина системи. Вона складається з датчиків руху, обсягу й відкриття. У магазинах датчики йменуються Xiaomi Body Sensor і Xiaomi Window Sensor.

Перший – пристрій циліндричної форми з білого пластику. Активується воно скріпкою, яка міститься в отвір. Датчик виявляє об'єкти на відстані до 7 метрів і взаємодіє з іншими приладами. При виявленні руху він посилає повідомлення на смартфон через застосунок.

Xiaomi Window Sensor стежить за відкриттям об'єктів. Це може бути вікно, двері або сейф. Датчик працює по схожому з Xiaomi Body Sensor принципу, посилаючи повідомлення на смартфон і активуючи сирену головного хаба. Він приводиться в робочий стан скріпкою й приєднується до поверхні двостороннім скотчем.

Розумнийпилосос

Система «Розумний будинок» складається з різних компонентів, серед яких виділяється пилосос. Xiaomi уже представила з десяток подібних пристроїв. Вибір залежить від переваг хазяїна квартири або дачі. Судячи з відкликів покупців, кращими є Mi Robot Vacuum Cleaner і Mi Roborock Sweep One.

Перший має привабливий дизайн, функціонує через застосунок Mi Home, де можна задати карту збирання. Він має кілька режимів роботи й оснащений ємним пилосбірником. Mi Roborock Sweep One теж управляється віддалено через смартфон, робить сухе й вологе збирання, самостійно визначає карту приміщення й прокладає маршрут. У комплекті є якісний фільтр HEPA.

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Інші компоненти системи

Важливість інших елементів «Розумного будинку» залежить від побажань користувача. Корисної може стати розетка Xiaomi Mi Smart Power Plug. Вона підключається до звичайної розетки й сповіщає хазяїна житла про те, чи працює електромережа. До неї приєднують прилади з різним типом рознімів – від китайського до європейського.

З розумною розеткою добре сполучається датчик температури й вологості. Якщо в розетку включений обігрівач, то він автоматично виключиться, коли температура в приміщенні досягне заданого значення. А будь-яка дія в рамках «Розумного будинку» легко запускається кнопкою Smart Button.

Придасться й очисник повітря, якщо хочеться підтримати в приміщенні комфортну атмосферу. Працює він в автоматичному, нічному й користувацькому режимах. Принцип функціонування полягає в приточно-витяжних вентиляторах і фільтрах. Менш помітним елементом Xiaomi Smart Home є каганець. Його функція – освітлення житла палітрою з 16 мільйонів квітів. Доступне регулювання яскравості й вибір колірної температури.

Сценарії для «Розумного будинку»

Сценарій роботи системи перебуває повністю в руках користувача. У першу чергу, він залежить від наявних пристроїв. У додатку хазяїн будинку може задати режими «Будинку» і «Не будинку». Вони дозволять систематизувати функціонування приладів залежно від знаходження людей у приміщенні. «Удома» відключає сигналізацію, увімкне світло й припиняє збирання. Але все це можливо тільки при наявності відповідних пристроїв.

Варіантів багато, а керування стає доступним відразу для декількох користувачів. Досить кожному члену встановити на смартфон застосунок Mi Home, і керування будинком виявиться в нього в руках.

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

«Розумний будинок» Rubetek

Рубетек – проект компанії, що спеціалізується на автоматизованому керуванні пристроями для будинку. Їхня система являє собою єдиний центр, через який здійснюється контроль приладів у приміщенні.



Рисунок 2.2 – «Розумний будинок» Rubetek

Принцип роботи не відрізняється від інших представників ринку, а розібратися з керуванням може будь-який користувач.

Керування системою

Усе керування відбувається через застосунок, який доступно в Play Market і App Store iOS. У редакторі задається схема приміщення, і заносяться встановлені прилади. Через застосунок можна регулювати роботу освітлення, що помітно заощаджує електрика. Доступне створення сценаріїв. Лампочки будуть включатися тільки з появою в приміщенні хазяїна. Підключати й видаляти пристрої не важко буде, тому проект Rubetek має право на життя. Усе це передбачене й у пропозиціях інших фірм.

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Система Рубетек складається з декількох наборів. У всіх випадках керування відбувається через смартфон, а кожний з комплектів заслуговує окремого опису.

Відеоспостереження й клімат

У набір входить центр керування, відеокамера, датчики й розумні розетки. Датчик протікання підключається за 3 хвилини. Його пропонується встановлювати на сантехнічні прилади, щоб у майбутньому враховувати факт несправності. При виникненні неполадок на смартфон приходить оповіщення. Датчик диму сповіщає хазяїна житла про загоряння й активує сирену. Газовий датчик сигналізує про витоки.

Безпека від проникнення усередину сторонніх осіб контролюється датчиками відкриття вікон і дверей. Також передбачений елемент для визначення руху. А кліматичний контроль допомагає відслідковувати температуру в котеджі й задавати власні програми. Розумні розетки захищають домашніх від залишених у мережі електроприладів і визначають пристрою, які витрачають багато енергії.

Освітлення й опалення

Для контролю над цими сценаріями передбачені набори «Керування освітленням» і «Опалення й клімат». У першому перебуває ЦУ й потрібний датчик, що відслідковує рух, температуру і яскравість освітлювальних приладів. Корисність комплекту полягає в знеструмленні приміщення при знаходженні усередині дитини або створенні ефекту присутності, коли в кожній кімнаті поперемінно включається освітлення.

«Опалення й клімат» покликано контролювати комфортний стан температурного режиму на території будинку. Головна характеристика набору полягає в зручному керуванні за допомогою смартфона, а провідний інтерфейс комплекту представлений у вигляді реле, яке передає сигнал від центру керування до конкретних приладів.

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Кліматичний контроль

Ця функція є майже у всіх комплектах Рубетек. Вона дозволяє управляти кліматом у приміщенні за допомогою смартфона. У додатку задається температурний режим, який потрібно підтримувати. Зниження й перевищення показників відображається на екрані смартфонів і передається на прилади – камін, обігрівач і кондиціонер. Так у будинку завжди підтримуються комфортні умови.

Як це працює?

Прилади, що входять у комплект, підключаються до ЦУ, здатному об'єднати до трьох сотень датчиків. Функцію вмикача/вимикача виконує застосунок, установлений на смартфон.

Система «Розумний будинок» вимагає для роботи постійне інтернет-з'єднання. У підсумку забезпечується безпека в приміщенні за допомогою камер із широким оглядом, підтримка комфортної температури й керування технікою.

2.2 Обґрунтування вибору засобів для побудови системи та мови програмування

Оскільки потрібно розробити просту та легку у користуванні програму, яка б виконувалась під операційною системою Windows, то для її реалізації я обрав Builder C++. Існує велике число бібліотек написаних під Builder C++ , тому це одна з важливих причин вибору мови програмування. Середовище Builder C++ досить просте в користуванні, його вихідний код значно менше по об'єму в порівнянні з Builder C++ чи деякими іншими програмами такого типу. Досить легко організувати взаємодію між модулями програм, об'єктно-орієнтований підхід дає можливість значно скоротити код програми, а отже і час його виконання.

На заміну старого розробленого набору елементів управління у Builder C++ інтегрована бібліотека візуальних компонентів VCL, представлених на

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

палітрі компонентів. Після переносу на форму методом перетягування (drag-and-drop) компоненти відразу становляться діючими об'єктами вашої програми. Окрім типізованих інтерфейсних елементів Windows (кнопки, смуги прокручування, редагуємі текстові області, прості та комбіновані списки, та інше) у бібліотеку включені елементи підтримки діалогових вікон, обслуговування баз даних та багато іншого. Можливо не тільки модифікувати поведінку існуючих компонентів, але і будувати нові.

Builder C++ підтримує останні розширення стандарту мови C++ та забезпечує швидку компіляцію та складання 32-розрядних програм для Windows. Результуючі програми оптимізовані з точки зору швидкості виконання програм та затрат пам'яті. Зручний відладгоджувальник (з асемблерним вікном, можливістю крокового виконання, завдання точок зупинки, трасування та інше) повністю інтегрований у систему проектування. Дизайнер форм, редактор коду, інспектор об'єктів та інші інструменти залишаються доступними під час виконання програми, саме через це вносити зміни до коду можна прямо у процесі відлагодження.

Дизайнер форм, Інспектор об'єктів і інші засоби залишаються доступними під час роботи програми, тому вносити зміни можна в процесі відлагодження.

Builder C++ поставляється в трьох варіантах: Standard (стандартний), Professional (для професіоналів розробників, орієнтованих на мережеву архітектуру) і Client/Server Suite (для розробки систем в архітектурі клієнт/сервер). Останні два варіанти доповнюють стандартний початковими текстами візуальних компонентів, різномасштабним словником даних, новими функціями мови запитів SQL для бази даних, пакетом підтримки систем Internet, службою моніторингу програм, а також рядом інших засобів.

Builder C++ підтримує зв'язок з різними базами даних 3-х видів: dBASE і Paradox; Sybase, Oracle, InterBase і Informix; Excel, Access, FoxPro і Btrieve. Механізм BDE (Borland Database Engine) додає обслуговуванню зв'язків з базами даних дивовижну простоту і прозорість. Провідник Database Explorer дозволяє зображати зв'язки і об'єкти баз даних графічно. Використовуючи компоненти баз

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

даних, я побудував електронний записник згідно таблиці dBASE за півгодини роботи на комп'ютері. Спадкоємство готових форм і їх "підгонка" під специфічні вимоги помітно скорочують тимчасові витрати на вирішення подібних завдань.

Довідкова служба Builder C++ надавала мені допомогу в цій і багатьох інших подібних ситуаціях. Є повний опис кожного управляемого компонента, включаючи списки властивостей і методів, а також численні приклади. Виклад матеріалу в книзі був значно покращуваний і систематизований завдяки відомостям, почерпнутим мною з довідкової служби.

Завдяки засобам управління проектами, двосторонній інтеграції застосунку і синхронізації між засобами візуального і текстового редагування, а також вбудованому відладнику (з асемблерним вікном прокрутки, покрокового виконання, точок останову, трасуванням і тому подібне) – Builder C++ корпорації Borland надає собою вражаюче середовище розробки, яка, мабуть, витримає конкурентну боротьбу з такими модними продуктами як Developer Studio фірми Microsoft.

2.3 Розгорнута постановка завдання

Згідно з технічним завданням на випускню кваліфікаційну роботу за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти, реалізації підлягає програмне забезпечення, яке призначено для системи забезпечення Інтернету речей на основі технології Power over Ethernet.

В процесі розробки випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти необхідно виконати наступний обсяг роботи:

а) провести аналіз існуючих систем-аналогів для виявлення їх позитивних і негативних якостей. Результати аналізу врахувати в подальших розробках;

б) вибрати та обґрунтувати методику побудови системи контролю роботи технологічного обладнання на виробництві в автоматизованому режимі. Розробити функціональну та структурну схеми системи;

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

в) розробити програмне забезпечення системи, що дозволить реалізувати поставлену технічним завданням задачу. Побудувати блок-схеми алгоритмів програми та підпрограми;

г) організувати інтерфейс користувача з метою формування та виводу на екран ЕОМ повідомлень про некоректні дії користувача та нестандартні ситуації в роботі технологічного обладнання;

д) розробити рекомендації по організаційних та методичних заходах, які забезпечать впровадження системи в промислову експлуатацію та її подальшу успішну експлуатацію;

е) провести розрахунки по визначенню економічної ефективності розробленої системи;

ж) розробити заходи по охороні праці при впровадженні та експлуатації системи, а також розробити заходи з цивільного захисту;

з) сформулювати висновки про виконаний обсяг робіт та одержані результати.

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

3 ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

3.1 Опис функціонування системи

IEEE 802.3bt

Стандарт IEEE 802.3bt був прийнято 27 вересня 2017 року й став завершенням багаторічних зусиль по стандартизації більш високих рівнів потужності для PoE. Це вже третя редакція стандарту на подачу живлення по слабкострумовій проводці. Робота над ним почалася ще в 2013 році з метою збільшення потужності, яку джерело (Power Sourcing Equipment, PSE) може подавати споживачеві (Powered Device, PD) по проводці Ethernet.

Розуміючи переваги подачі більшої потужності на кінцеві пристрої, трохи виробників випустили свої пропрієтарні версії технології подачі живлення ще до виходу стандарту, при цьому для подачі живлення замість двох пар у них використовувалося чотири. Найбільшу популярність одержала, мабуть, технологія універсального живлення по Ethernet (Universal Power over Ethernet, UPoE), яку компанія Cisco запропонувала ще в 2011 році. Вона дозволяла подвоїти (у порівнянні з PoE+) подавану потужність: 60 Вт замість 30 Вт. Цього було достатньо для живлення терміналів VDI, невеликих комутаторів і шлюзів, LED-світильників і іншого устаткування.

Ще більше – 90 Вт – забезпечувала технологія LtPoE+, яку компанія Linear Technology (у цей час входить до складу Analog Devices) запропонувала близько 10 років тому. Цей розв'язок відрізнявся високої енергоефективністю: втрати потужності не перевищували 6% (для порівняння, в PoE+ вони становили 15%). При цьому забезпечувалося живлення таких достатніх потужних споживачів, як вуличні камери відеоспостереження й інформаційні дисплеї.

Нестандартне устаткування, як правило, сумісне із пристроями попередніх стандартів 802.3af і 802.3at. Таким чином, якщо джерело PSE відповідає одному

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

пропрієтарному стандарту, а споживач PE іншому, то через несумісність вони змушено обмежуватися більш низьким рівнем потужності, чому той, на який розраховані. Необхідність вибору між пропрієтарними стандартами стримувала розробку пристроїв з підтримкою більш високих рівнів потужності. Це послужило стимулом до розробки нового стандарту PoE.

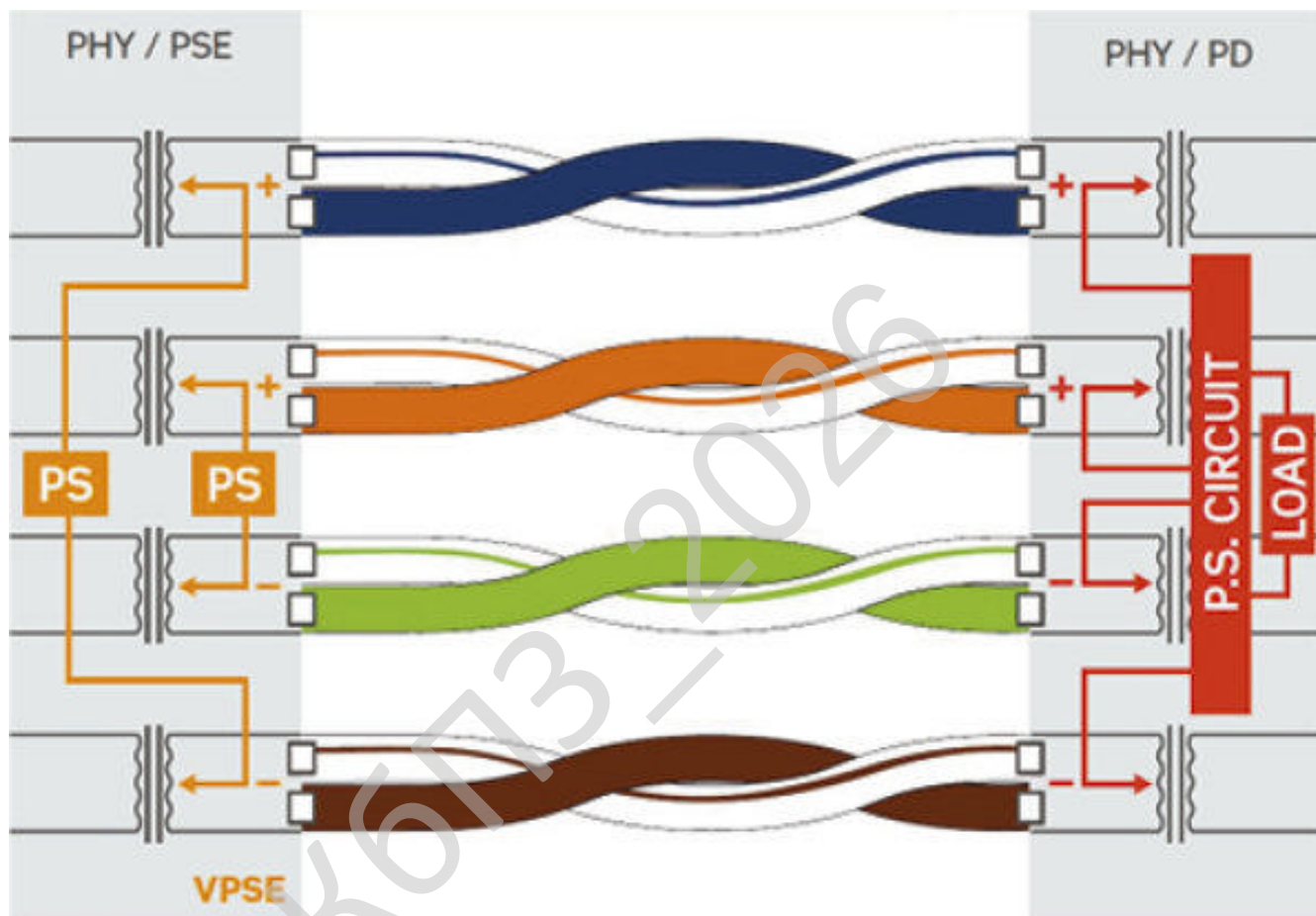


Рисунок 3.1 – Схема підключення у випадку 4PPoE

Завдання виявилось складніше, чим представлялася спочатку, через що розробка стандарту зайняла майже шість років. Довелося подолати безліч технічних проблем: як реалізувати подачу живлення по всіх чотирьом парам, забезпечити зворотну сумісність із попередніми версіями стандарту, компенсувати незбалансованість струму між усіма вісьма провідниками й т.ін.

Про обсяг проробленої роботи говорить те, що всього було випущено 24 проекту стандарту й розглянуте понад 5400 зауваження.

Стандарт IEEE 802.3bt несумісний з попередніми пропрієтарними варіантами. У деяких випадках вендори можуть забезпечити сумісність своїх нестандартних пристроїв шляхом відновлення програмного забезпечення, але найчастіше це неможливо через апаратні обмеження.

Вимоги до кабельної системи

Втрати енергії в кабелі приводять до того, що пристрою дістається менша потужність, чим подається на нього джерелом. Хоча новий стандарт забезпечує менші втрати для вже наявних класів потужності, для нових класів вони великі як в абсолютному, так і у відносному вираженні. Наприклад, для класу 8 вони становлять близько 17 Вт, або майже 19%. При розсіюванні потужності нагрівається кабель, що веде до його швидкого зношування й погіршенню характеристик передачі даних. У випадку використання неякісних кабелів наслідки можуть бути ще більш сумними – аж до загоряння.

При розгляді вимог до кабельної проводки доводиться враховувати безліч складових: які кабелі, шнури й рознімання використовуються, скільки кабелів у пучку, яка довжина кабельної траси й т.ін. Втрати потужності розраховуються з найгіршого можливого випадку при максимально припустимій довжині тракту передачі, що становить 100 м. Відповідно, якщо довжина тракту менше, те й втрати менше. При використанні більш якісної проводки, наприклад Категорії 6 замість Категорії 5, втрати теж скорочуються.

Згідно з результатами проведених тестів, у кабелях Категорії 6 тепла виділяється на 80% менше, чим у кабелях Категорії 5е, оскільки перші мають провідники з великим перетином і, відповідно, менший опір. У результаті знижуються величини втрат потужності й тепловиділення. Конструкція кабелів теж впливає на ступінь нагрівання: екрановані розсіюють тепло краще, чим неекрановані, а кабелі з екраном навколо кожної пари ефективніше, чим кабелі із загальним екраном. Таким чином, правильний вибір типу кабелю має критичне

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

значення для підтримки нових рівнів PoE: при використанні контрафактних кабелів з алюмінієвими провідниками це взагалі може виявитися неможливим.

Хоча новий стандарт розрахований на використання кабелів Категорії 5е, для знову реалізованих проектів багато виробників рекомендують вибирати кабелі Категорії 6А (відповідні рекомендації втримуються також у стандартах TIA TSB-184-A і ISO/IEC TS 29125). Завдяки меншим втратам можна або зменшити бюджет потужності PSE, або подавати більшу потужність на пристрій, що харчується. Крім того, запас по характеристиках гарантує, що проводка буде забезпечувати дальність передачі 100 м при максимальному навантаженні PoE.

Розміри пучка й щільність кабелів у кабельному каналі стають усе більш критичними зі збільшенням класу потужності – тепловиділення у випадку Type 4 в 20 раз більше, чим для Type 1. Коли кабелі щільно покладені в кабельні канали або туго стягнуті в більші пучки, тепла може виділятися стільки, що воно вже не буде розсіюватися за допомогою природньої конвекції. Зменшення розміру пучків, таким чином, дозволяє значно поліпшити тепловіддачу.

У випадку 4PPoE сила струму в комбінації із двох пар (pairset) наближається до 1 А (максимально можлива сила струму становить 960 мА). Це може привести до значного нагрівання кабелю, особливо у великих пучках, де кабелі покладені щільно. Щоб уникнути таких ситуацій стандарт 802.3 вимагає зниження температури навколишнього повітря на 10°C у порівнянні з максимально припустимою. У свою чергу, стандарт TIA TSB-184 допускає підвищення температури на 15°C (виходячи з максимальної температури навколишнього середовища 45°C) у центрі пучка з 100 кабелів. У стандартах на кабельну проводку ISO/IEC 14763-2, ISO/IEC TR 29125, CENELEC TR 50174-99-1 і TIA-TSB-184-A рекомендується обмежувати число кабелів у пучку – не більш 24, але це розраховане на гірший можливий випадок, коли використовуються провідники з мінімально припустимим діаметром, підтримується максимально припустимий рівень потужності і т.д. Сила струму в парах кабелю може навіть перевищувати 1 А. Так, тип 3 передбачає подачу живлення по двом парам

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

кабелю. У цьому випадку для Класу 6 подавана потужність становить 60 Вт, а, що губиться – 18 Вт, тобто кінцевий пристрій одержує 42 Вт замість 51 Вт, як було б у випадку подачі струму по всіх чотирьом парам. При цьому сила струму у двох парах досягає 1,2 А. Високі струми можуть привести до ушкодження контактів рознімання й розетки в результаті виникнення між ними електричних дуг, якщо рознімання RJ-45 відключається під напругою.

Іскра звичайно непомітна для користувача й не представляє погрози його здоров'ю. Однак ушкодження контактів може привести до погіршення характеристик з'єднання, особливо при частому від'єднанні рознімання. Щоб уникнути цього використовувані з'єднувачі повинні відповідати певним вимогам. Наприклад, IEC 60512-99-001 допускає зниження контактного опору не більше ніж на 20 мом послі 100 циклів підключення/відключення під струмом 600 мА. В оновленій версії IEC 60512-99-002 аналогічна вимога вводиться для струмів 2 А. Установка таких коннекторів гарантує, що електрична дуга не ушкодить вилку й розетку при частому від'єднанні рознімання. Чим більше нагрівання кабелю й гірше стан контактів, тем сильніше послабляється інформаційний сигнал, тобто реальна швидкість передачі даних може виявитися менше номінальною. Проблема забезпечення необхідних характеристик збільшується з поширенням комутаційних шнурів з тонкими провідниками. Усі ці моменти необхідно враховувати ще на етапі планування й проектування кабельної проводки.

Для мінімізації можливих проблем оновлені вимоги до використовуваних кабелів і коннекторам. У лютому 2018 року Асоціація телекомунікаційної галузі (Telecommunication Industry Association, TIA) схвалила стандарт TSB-184-A «Рекомендації з підтримки енергопостачання, здійснюваного по симетричній витопарній проводці». У цьому документі даються рекомендації з інсталяції й експлуатації слабкострумової проводки з метою мінімізації росту температури в пучках кабелю при подачі струму по всіх чотирьом парам.

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Нові області застосування

Потреба в наданні доступу до мережі для все більшого числа пристроїв, наприклад для різних розумних датчиків, породжує попит на розв'язки, які дозволяють зробити це з мінімальними витратами й зусиллями. При використанні технології живлення по Ethernet можна відмовитися від прокладки додаткової силової проводки, підвищити зручність і безпека використання устаткування, що відповідає сучасним тенденціям.

Поява нового стандарту уможливорює більш широке застосування PoE. Одним з перспективних ринків є розв'язки для розумних будинків. Крім скорочення витрат за рахунок відмови від силової проводки, підключення різних розумних мережних датчиків дозволяє наділити їх IP-Адресою й тим самим забезпечити централізований контроль над сотнями пристроїв.

Переваги PoE найбільше явно проявляються у випадку застосування інтелектуального освітлення з використанням LED-світильників. Проводів буде потрібно ще менше, якщо реалізувати послідовне підключення джерел світла до одному порту комутатора. У такому випадку скоротиться й число необхідних портів активного мережного устаткування, а освітлення можна буде виключати шляхом відправлення простих команд SNMP.

Показовий приклад розумного будинку – комплекс Edge в Амстердамі найвищий рейтинг, що одержав, 98,36% по шкалі BREEAM (загальновизнаний метод оцінки самодостатності й екологічності будинків (sustainability)). У ньому встановлене майже 30 тис. усіляких датчиків, а обсяг енергоспоживання на 70% менше, чим у типового офісного комплексу. Для освітлення використовується LED-система на базі PoE. Із застосуванням цієї ж технології організоване живлення ряду інших систем і керування ними. Незважаючи на наявність успішних прикладів, розв'язку для LED-освітлення на базі PoE поки не одержали широкого поширення в офісних будинках, а відповідний ринок перебуває в стадії становлення. Проте багато експертів розглядають PoE як ключову технологію для реалізації концепції розумного будинку й інших застосувань IoT.

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

3.2 Розробка структурної схеми

Традиційно головними перевагами протоколу TCP/IP вважаються гнучкість, масштабованість і простота експлуатації мереж. Однак, раніше вважалося, що він не може забезпечити передачу аудіо й відео з високою якістю. У найкращому разі вийде якість, прийнятне лише для масового користувача.

У даній роботі систему Інтернету мов на основі технології Power over Ethernet на прикладі системи Розумний будинок, розгорнемо на базі устаткування Streamnet.

В Streamnet у порівнянні з іншими аналогічними системами є, як мінімум, дві важливі переваги. По-перше, відеосигнал передається без стиску, у тому числі й сигнал HDTV. По-друге, затримка між аудіосигналами для різних колонок не перевищує 1 мс (для систем, заснованих на звичайних домашніх локальних мережах, затримка може досягати сотень мілісекунд, а то й кілька секунд).

Крім розподілу аудіо й відео потоків, система Netstreams пропонує широкі можливості побудови систем «розумний будинок». Netstreams випускає для своєї системи додаткові модулі, що реалізують ті або інші функції розумного будинку. Наприклад, це керування освітленням, домофон, моніторинг кімнати.

Варіант IP-заснованої цифрової системи мультимедіа Netstreams для розподілу аудіо й відео потоків у комп'ютерній TCP/IP мережі включає кілька груп пристроїв: сервер, на якому зберігається медійний контент, пристрої керування, перетворювачі аудіо й відеосигналів в IP-потік, блоки розподілу сигналів і, так звані, контролери зони – перетворювачі кодованого TCP/IP сигналу в аудіо й відео потоки.

Складові системи Netstreams.

Ідеологічно система побудована в такий спосіб. Увесь медійний контент, який зберігається на сервері, може бути переданий по власному кодованому протоколу через звичайну кручену пару на кожній з контролерів зони й відтворений ними по командах від пультів керування. У такий спосіб усі

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

комунікації здійснюються звичайної (дуже недорогий) крученому парою п'ятої категорії. Це з однієї сторони забезпечує передачу сигналів без втрат на значні відстані, а з іншого – широкі можливості нарощування системи, якщо це знадобиться в майбутньому. У якості сервера може виступати одне із пристроїв Imerge або Naimnet.

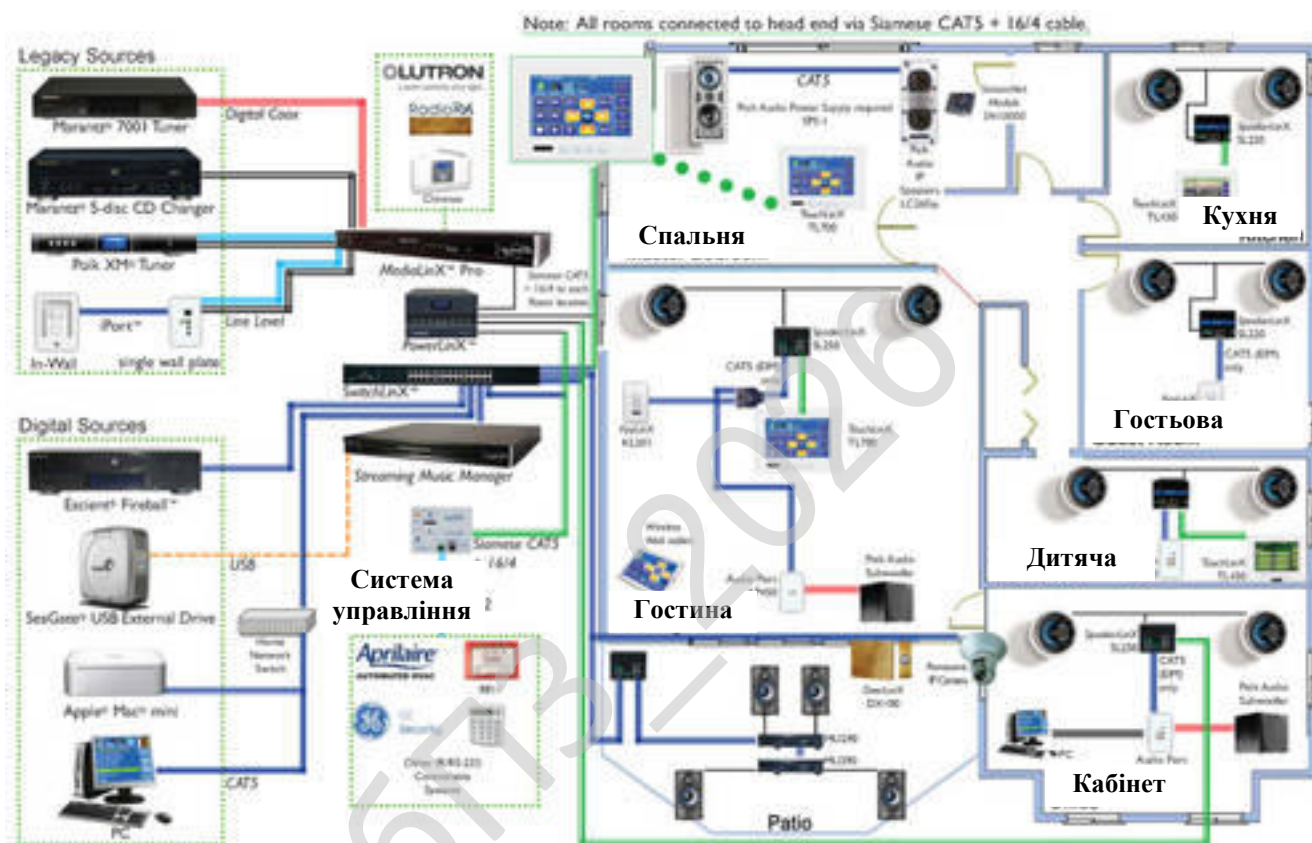


Рисунок 3.2 – Структурна схема системи

Зовсім недавно Netstreams анонсувала пристрій Anthology, яке є сполучною ланкою, плеєром, що перетворює файли з будь-якого мережного сховища в IP-протокол Streamnet, готовий до розподілу по системі Netstreams. До слова, цей пристрій здатне відтворювати одночасно до 6 аудіопотоків і віддавати їх у систему Netstreams. Незалежно від формату файлу і його кодування сервер перетворить його в кодований IP-потік, який може бути розподілений по всій системі. Важливе зауваження – список підтримуваних форматів і кодеків

визначається саме сервером. Система Netstreams може передати практично будь-який потік, незалежно від його кодування, бітності і т.д. Звичайно, є певні обмеження, зв'язані зі швидкістю передачі. Наприклад, з боку аудіо – в 100 мегабітній мережі може передаватися по протоколу Netstreams до 25 аудіопотоків одночасно.

Якщо йти від джерела сигналу до пристрою відображення – першими на його шляху будуть пристрої (кодери) для підключення джерел сигналу (Cd-програвача, Fm-тюнера і т.д.) у систему Netstreams.

Кодер MediaLinx NS-MLA101 є IP-заснованим пристроєм, створеним для перетворення (у реальному масштабі часу) аналогового або цифрового аудіо сигналу з таких джерел, як CD плеєр, тюнер, касетний магнітофон і т.д., у пакети TCP/IP, що містять незжатий аудіо потік у форматі WAV, який може поширюватися по мережі.

Вбудований в NS-MLA101 АЦП 24 біта/96 кГц Burr-Brown забезпечує найкраща якість аудіо для джерела, що підключається. Технологія Netstreams Audio Input Compensation дозволяє установникові регулювати рівень виходу аудіо джерела (програмно) для дотримання правильного балансу між усіма компонентами домашньої мережі розваг.

NS-MLA101 також має вхід і вихід датчика визначення стану аудіо джерела (включене або виключене) з регулюванням рівня, ІЧ вихід для керування джерелом. Визначення стану аудіо джерела може бути реалізоване шляхом приєднання кабелю RCA до відео виходу джерела (якщо він є) або використовуючи датчик LED NS PS301-LS.

MediaLinx, також як і всі продукти Netstreams DigiLinx, дуже простий в установці. Навчання його ІЧ командам робиться швидко й ефективно. Вбудований ІЧ-приймач і програма DigiLinx Dealer Setup дають можливість відмовитися від окремого пристрою для програмування. MediaLinx може встановлюватися на полку, за аудіо джерела, або в стандартну стійку 19" використовуючи кріплення DigiLinx NS-RP24.

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Якщо потрібно підключити трохи аудіоджерел, розташованих в одній кімнаті до системи Netstreams – варто скористатися іншим пристроєм – MediaLinx NS-MLA4000. Цей кодер дозволяє підключити до системи до 4 аудіоджерел одночасно.

Такі ж пристрої – кодери існують і для підключення відеоджерел.

MediaLinx NS-MLAV300 – це компонент системи IP-Відео, який здійснює кодування в реальному часі аудіо й відео сигналів від аналогових джерел (наприклад, HDTV тюнер, приставка для кабельного ТВ, DVR, Blu-ray або DVD програвач) у некомпресований аудіо-відео потік, який може передаватися по мережі зі швидкістю до 1 Гбіт/сек.

Кодер MediaLinx NS-MLAV300, у який вбудований сучасний DSP процесор виробництва Texas Instruments, забезпечує висока якість зображення від традиційних відеоджерел. Відео й аудіосигнали після кодування в пакети TCP/IP залишаються незжатыми на етапі поширення в мережі. Запатентована технологія Streamnet забезпечує синхронізацію аудіо й відеосигналів для поширення по мережі в режимах « від одного вузла мережі до іншого» і « від одного до декільком вузлам мережі» з мінімальною затримкою навіть при швидкості передачі даних до 1 Гб у секунду. Створена Netstreams технологія Perfectpixel підтримує надійну доставку відеоданих і гарантує передачу по мережі всіх пакетів; у підсумку мережні адресати одержують відео високого дозволу з точністю до пікселя, ідентичне сигналам вихідного джерела.

MLAV300 також призначений для передачі аудіосигналів високої якості, тому він обладнано 96 кГц/ 24-біт аналого-цифровим перетворювачем (АЦП) виробництва Burr-Brown для підвищеної точності відтворення звукових сигналів. Кодер постачаний компонентним, композитним і VGA входами. Є також модифікація з DVI. Далі в ієрархії Netstreams ідуть контролери зони із вбудованим підсилювачем SpeakerLinx SL251 і SpeakerLinx SL254 (відрізняються кількістю посилюваних каналів і потужністю – 2х50 Вт і 4х25 Вт відповідно), які встановлюються в кожній зоні й до яких підключаються акустичні системи.

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Програмне й апаратне забезпечення кожного пристрою SpeakerLinux дозволяє ухвалювати пакети TCP/IP з аудіо сигналом, перетворювати їх в аналоговий аудіо сигнал і підсилювати для кожної зони. У комбінації з IP-ready акустикою, SL254 являє собою IP-засновану акустичну систему. Один SL254 підтримує підключення пари IP-ready акустики в режимі біампінгу.

SpeakerLinux виступає в ролі контролера зони. Кожний пристрій має web сервер, що дозволяє користувачеві управляти системою DigiLinux за допомогою будь-якого пристрою, що має браузер з підтримкою Adobe Flash (наприклад, комп'ютера, web планшета, КПК або UMPC).

Завдяки високоякісному підсилювачу Arogee класу D, DSP процесору Texas Instruments і цифро-аналоговому перетворювачу Burr-Brown, контролер SpeakerLinux забезпечує висока якість звучання. SL254 передбачає підключення чотирьох каналів по 25 Вт (при імпедансу в 4 Ом). Крім того, вбудований 4-х полосний графічний еквайзер і передумовки дозволяють налаштовувати звук у кожній зоні індивідуально.

SpeakerLinux можна монтувати в rack стійку, за акустичну систему або в стіну. Ці пристрої досить компактні й можуть бути встановлені практично в будь-якому місці, але найчастіше в Україні їх установлюють над підвісною стелею й потім «спускають» від нього сигнальні кабелі до акустики. Цей тип підключення забезпечує нормальне охолодження й можливість добратися до пристрою якщо буде потреба.

Для відтворення відеопотоку використовується пристрій ViewLinux VL100. Воно забезпечує декодування AV потоку в реальному часі, перетворить гігабітний TCP/ IP-потік в аудіо й відео сигнал, підтримує аналоговий і цифровий (S/PDIF) звук, компонентний, композитний і S-Video відеовихід.

На останній виставці CEDIA був показаний подібний пристрій у компактному корпусі, яке може бути закріплене прямо на задній стінці телевізора й здійснювати декодування IP-потoku Netstreams. Новий пристрій обіцяє стати

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

популярним не тільки в домашніх мультимедіа-системах, але й в індустрії Digital Signage.

Наступна лінійка – пристрої керування. Це або сенсорні панелі TouchLinx TL430 і TouchLinx TL700 з діагоналлю екрана 4,3” і 7”, або найпростіша кнопкова панель KeyLinx, яка може бути встановлена, наприклад, на кухні або у ванній кімнаті й забезпечувати базові можливості керування відтворенням.

Інтуїтивно зрозуміла й зручна в обігу, KeyLinx має 10 кнопок з лазерним гравіруванням для вибору основних джерел і керування передачею сигналів.

TouchLinx являють собою елегантну IP-засновану сенсорну клавіатуру з кольоровим TFT дисплеєм високого дозволу. Панель TL700 розроблена для відображення користувацького інтерфейсу системи DigiLinx і має вбудовану операційну систему Windows CE і Macromedia Flash плеєр для відтворення користувацьких інтерфейсів з анімацією.

TL700 постачена 2-х портовим Ethernet комутатором і 4-піновим роз'ємом Phoenix для підключення мережі й живлення, а також послідовного підключення контролера зони SpeakerLinx. TouchLinx TL700 має вбудований мікрофон для функції IP інтерком, що дозволяє передавати повідомлення по всьому будинкові, переговорюватися між кімнатами й прослуховувати фонограми в кімнатах через систему DigiLinx.

При інтеграції в систему DigiLinx, TouchLinx TL700 відображає метадані (виконавець, альбом, трек, обкладинка альбому й плей-аркуш) і забезпечує керування будь-яким аудіо/відео джерелом або контролером SpeakerLinx. Простий, інтуїтивно зрозумілий інтерфейс дозволяє користувачам одержати доступ до їхніх улюблених композицій, виконавців, плейлистам або радіостанціям легко й швидко. Кожна зона може мати свої налаштування параметрів звуку. Користувачі також можуть управляти відтворенням аудіопотоків кожної зони з будь-якого місця в будинку.

TouchLinx також має ІЧ-приймач, який може використовуватися для керування пристроями системи DigiLinx за допомогою опціонального пульта

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

KL1R або будь-якого стороннього ІЧ-пульта. На додаток до цього, DigiLinx підтримує наскрізну ІЧ-маршрутизацію ІЧ-сигналу до обраного джерела, що дозволяє використовувати «рідний» ІЧ-пульт для керування джерелами.

TouchLinx також має чотири звичайні кнопки із блакитним підсвічуванням, зі стандартними позначеннями: Audio (включення й вимикання підсилювача), Mute, знаки «+» і «-» для керування гучністю.

При налаштуванні системи DigiLinx, панель TouchLinx фактично не вимагає ніякого програмування. Як тільки аудіо джерела підключені до мережі й настроєні за допомогою програми DigiLinx Dealer Setup, сенсорний екран TouchLinx автоматично ідентифікує всі аудіо/відео джерела й виведе на екран відповідні інтерфейси керування. TouchLinx легко встановлювати завдяки простим обертovým кріпленням «метелик» для монтажу в стіну, а також тому, що кожна панель TouchLinx постачена монтажним шаблоном. TL700 має лицьову панель із магнітною фіксацією, доступну в білому, мигдальному, чорному й кольорі слоняча кістка.

Крім фірмових панелей керування останнім часом набирає все більшу популярність чудова можливість управляти системою Netstreams за допомогою iPhone і iPad. Як це реалізується? Ви просто додаєте у свою комп'ютерну мережу одну або кілька крапок доступу Wi-Fi і одержуєте самі широкі можливості керування.

Переваги такого підходу обумовлено декількома факторами: iPhone і iPad простіше при щоденній експлуатації, iPhone і iPad переносні універсальні пристрої, сенсорна панель кріпиться на стіну, тоді як за допомогою iPhone можна управляти прямо з дивана.

Усі ці функції стали можливі завдяки програмі керування для iPhone/iPad за назвою iLinx. Для розгортання системи Netstreams також знадобляться так звані системні пристрої – це Ethernet-комутатори й блоки живлення. Netstreams випускає власну лінійку Ethernet-комутаторів і щоб уникнути проблем сумісності (тести показують, що не будь-який Ethernet-комутатор може працювати в

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

системі) рекомендує використовувати саме їх. Усі пристрої Netstreams, крім об'єднання в мережу кабелем п'ятої категорії, вимагають також підведення живлячого напруги. Для цієї мети Netstreams випускає спеціальні блоки живлення – PowerLinx. PL960 розташовуються в серверній стійці й використовуються для живлення пристроїв DigiLinx в інших зонах. PL960 потрібно для інсталяцій, що включають у себе один або більш SpeakerLinx SL251 і SpeakerLinx SL254. Блоки PowerLinx дуже ефективні, мають по 8 окремих вихідних каналів живлення с 4-термінальними знімними розніманнями. Кожний модуль має передовий захист від перевантаження по струму. Кожний вихід оснащений двоколірним світлодіодом для контролю стану.

Один блок живлення PL960 може харчувати до 8 зон, тобто приміщень, у яких установлено устаткування Netstreams. При цьому в зону заводиться одна пара проводів живлення й далі всі пристрої Netstreams підключаються паралельно. Ще один цікавий пристрій Netstreams – аудіопорт AP500 має лінійний вхід і вихід, а також вихід для підключення ІЧ емітера. Воно використовується в тих випадках, коли в одній із зон до системи необхідно підключити, наприклад, MP 3-плеєр або ігрову консоль.

ControLinx, як і всі продукти Netstreams, дуже простий в установці й досить компактний для схованої установки в апаратній стійці або кріплення на стіні поруч із комутаційною панеллю (монтажний кронштейн додається). Створена Netstreams програма DigiLinx Dealer Setup виключає необхідність в окремому блоці для програмування.

ІР-заснована цифрова система мультимедіа Netstreams DigiLinx надає найширші можливості розподілу аудіо й відео потоків у сучасному житті. Ця система легко розвертається й налаштовується, має прекрасну масштабованість і сумісність з більшою кількістю устаткування інших виробників, а цифровий протокол передачі сигналів дозволяє одержати звук і зображення найкращої якості в будь-якій зоні.

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

3.3 Розробка функціональної схеми

Раціональний підхід до організації домашнього простору зародився ще в ХХ столітті, однак не одержав широкого поширення через слабкий розвиток електроніки й високої вартості устаткування. Зараз зробити розумний замиський будинок може будь-яка людина завдяки високому рівню розвитку технологій.

«Розумний будинок» має на увазі автоматизоване керування житловим простором за рахунок датчиків. З ним значно зменшується навантаження на людину, що володіє більшим простором. Коли «Розумний будинок» зданий під ключ, хазяїнові приміщення не потрібно турбуватися щодо життєвих справ, які він не встигнув закінчити. Після роботи система дозволяє одним натисканням на екран смартфона підготувати житло до приймання гостей, поставивши кип'ятитися електричний чайник або настроївши комфортну температуру повітря. Це далеко не все, на що здатна технологія.

Системи, що піддаються автоматизації

«Розумний будинок» покликано захищати житло людини й робити його перебування в приміщенні більш комфортним. Датчики «Розумного будинку» дозволяють системі працювати без збоїв і функціонувати в повній автоматизації. За допомогою технології хазяїн квартири може віддалено управляти більшістю процесів, що відбуваються усередині житла. Також самостійно користувач може настроїти комунікації під себе залежно від факторів, що цікавлять.

Серед систем, що піддаються автоматизації, можна виділити наступні:

- охорона території шляхом контролю над входом у будинок;
- захист від пожеж;
- відеоконтроль, що відбувається усередині;
- регулювання домашнього опалення;
- налаштування освітлення в приміщенні;
- регулювання температури повітря й підлоги;
- контроль над витратою електроенергії і його налаштування;

- керування акумуляторами й генераторами;
- віддалене регулювання всіх процесів з екрана мобільного пристрою.

Серед систем, що йдуть на першому місці для людини, яка прагне скористатися технологією, виділяється опалення. Це викликане тим, що на обігрів приміщення йде найбільша кількість електроенергії. Його потрібно контролювати, тому «Розумний будинок» налаштовує опалення залежно від побажань хазяїна. Ціна установки подібного устаткування не така висока, якщо взяти до уваги зручність експлуатації й зниження витрат з електроспоживання на 20 %.

Система "Розумний будинок"

Вентиляція й кондиціонування також відіграють ключові ролі в системі «Розумний будинок». Людей прагне, щоб у його житло не тільки підтримувалася комфортна температура підлоги, але й завжди циркулювало свіже повітря. Працює технологія в такий спосіб: до контролера підключаються датчики, які передають інформацію на панель. Керуючий елемент можна встановити в будь-якому зручному місці, або ж контролювати процеси за допомогою смартфона.

В умовах частки будинку виникає проблема якісного водопостачання. А розумна система дозволяє ситуацію, контролюючи протікання й самостійно поливаючи землю на присадибній ділянці. Ще технологія «Розумний будинок» в області водопостачання придасться тим, хто розв'яже після роботи відразу ж опинитися в гарячій ванночці або джакузі. Регулювання освітлення – важлива ланка системи. Вона допомагає помітно заощаджувати на електроенергії й автоматично включати джерела світла залежно від знаходження усередині або відсутності людини. Головну роль у системі розумного будинку відіграє безпека. Замість ділянок регулярно стають місцем виникнення підвищеної пожежонебезпеки й проникнення злодішників. Датчики диму зможуть виявити загоряння й вчасно згасити пожежу. Відеодомофон дозволить бачити тих, хто збирається зайти в гості, а система контролю доступу при проникненні усередину злодішників надішле запит на номер охоронного підприємства.

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32



Рисунок 3.3 – Функціональна схема системи

3.4 Розробка діаграми процесів

Відповідно до методичних рекомендацій розроблення графічної частини кваліфікаційної бакалаврської роботи розглянемо розроблену діаграму процесів яка зображена на рисунку 3.4.

Розроблена діаграма взаємодії процесів використовується для представлення та візуалізації процесів обробки даних тобто структурного проектування бакалаврської роботи.

Основні складові елементи діаграми взаємодії процесів це потоки даних:

– Репозиторії, потік сховища даних.

- Потоки зовнішні по відношенню до системи сутності.
- Процеси які являють собою трансформацію даних в рамках описуваної системи.
- Потоки даних гібридні між елементами трьох попередніх типів.

Відповідно до документації основна будова діаграми процесів полягає у графічному представленні складу сукупностей даних, що характеризуються як співвідношення різних частин кожної з сукупностей.

Склад статистичної сукупності графічно може бути представлений як за допомогою абсолютних, так і відносних показників. Графічне зображення складу сукупності по абсолютними і відносними показниками сприяє проведенню більш глибокого аналізу і дозволяє проводити аналіз системи.



Рисунок 3.4 – Діаграма взаємодії процесів

Для схематичного представлення системи що розробляється необхідно спочатку представити діаграму взаємодії процесів даних рівня контексту, завдяки чому буде показано взаємодію системи в цілому у подальшому. Використовується модель проектування, графічне представлення «потоків» даних в інформаційній

системі. Розроблена діаграма взаємодії процесів системи в подальшому уточнюється шляхом деталізації процесів та потоків даних з метою показати систему що розробляється. Таким чином у результаті після розгляду, вищеописаної системи, схеми структурної, функціональної, діаграми взаємодії процесів перейдемо до опису та розгляду блок-схем основної програми, та підпрограм, які використовуються, для реалізації системи.

К6ПЗ_2026

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

4 РЕАЛІЗАЦІЯ РОБОТИ. РОЗРАХУНКИ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДАНІ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ВІРНІСТЬ ПРОЕКТНИХ ТА ПРОГРАМНИХ РІШЕНЬ

4.1 Блок-схеми та опис алгоритмів функціонування системи

На рисунку 4.1 зображена блок-схема основної програми, розробленої у результаті виконання дипломного проектування.

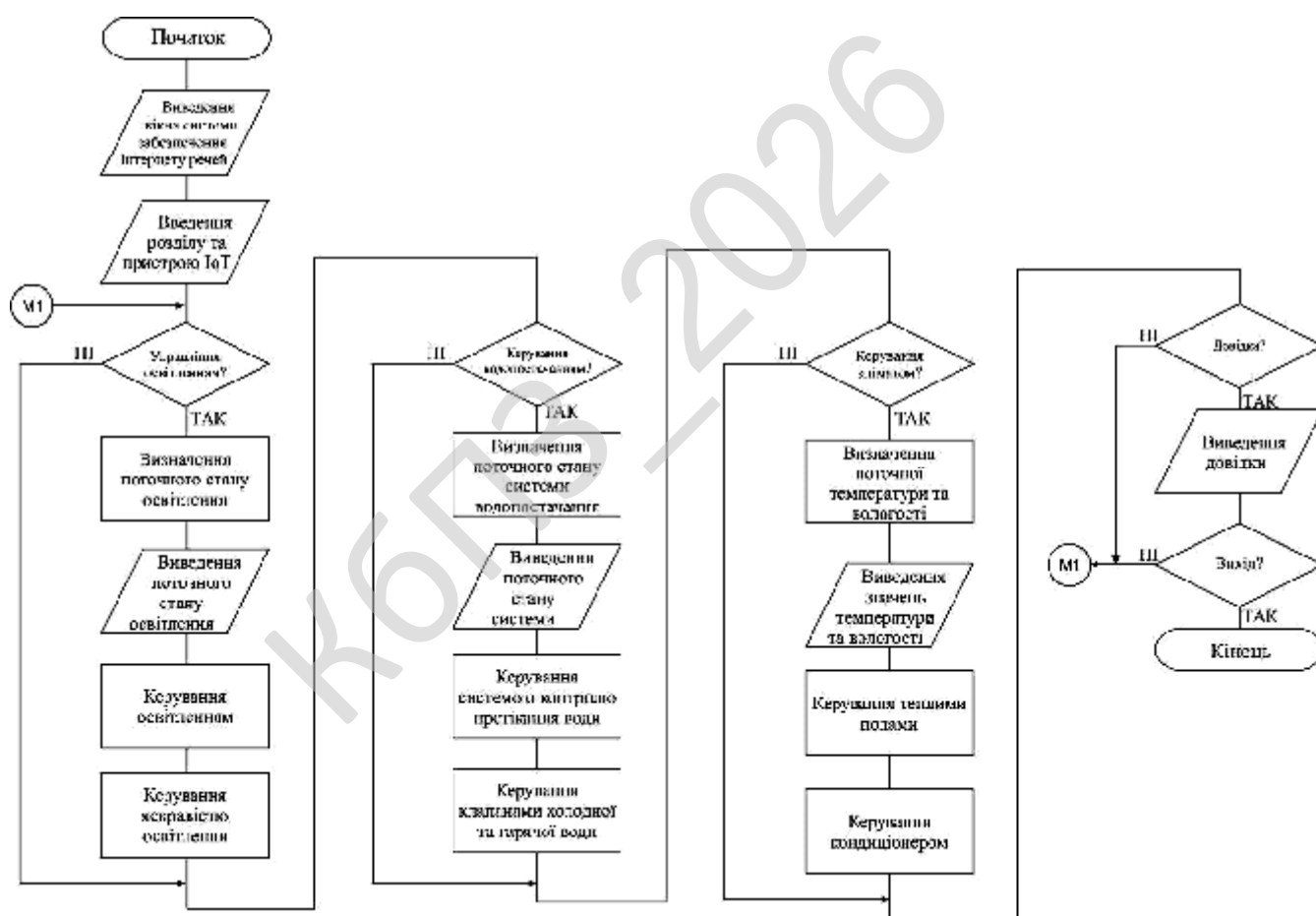


Рисунок 4.1 – Блок-схема роботи основної програми

Після завантаження програмного продукту відбувається виведення головного вікна на екран. У цьому вікні користувач може вибрати той розділ, з

яким він буде працювати.

Якщо користувач обирає роботу з програмним блоком управління освітленням, то відбуваються наступні дії.

Спершу визначається поточний стан освітлення, цей поточний стан виводиться на монітор, для візуалізації процесу прийняття рішення користувачем.

Після цього відбувається керування освітленням у ручному, або автоматичному режимі, в залежності від того, як це вирішить користувач.

При керуванні освітленням крім того. Що визначається де саме будуть горіти лампи, задається ще й яскравість їх горіння.

Якщо користувач обирає роботу з програмним блоком керування водопостачанням, то відбуваються наступні дії.

Спершу визначається поточний стан системи водопостачання та виводиться на екран.

Після цього користувач здійснює керування системою контролю протікання води та клапанами холодної й гарячої води, у ручному або автоматичному режимі.

Якщо користувач обирає роботу з програмним блоком керування газопостачанням, то відбуваються наступні дії. Спершу визначається поточний стан системи газопостачання який виводиться на екран.

Після цього у автоматичному режимі здійснюється керування системою контролю витоку газу та системою виявлення диму.

Якщо користувач обирає роботу з програмним блоком керування кліматом, то відбуваються наступні дії.

Спершу визначається поточна температура та вологість.

Після цього в залежності від показників датчиків відбувається управління наступними системами:

- опалення;
- теплі поли;
- жалюзі на вікнах.

Якщо користувач обирає роботу з програмним блоком керування домашнім кінотеатром, то відбуваються наступні дії.

Визначається поточний стан кінотеатру, який виводиться на екран. Після цього користувач приймає рішення по управлінню відео- та аудіо- апаратурі.

При входженні у меню довідки, користувач отримує довідку про програму, та режими її функціонування й експлуатації. Якщо користувач натискає на кнопку вихід, то програма закінчує свою роботу.

Redmine – вільне серверне ПЗ для управління проектами та відстежування помилок. До системи входить календар-планувальник та діаграми Ганта для візуального представлення ходу робіт за проектом та строків виконання. Redmine написано на мові Ruby і є ПЗ розробленим з використанням відомого веб-фреймворку Ruby on Rails, що означає легкість в розгортанні системи та її адаптації під конкретні вимоги. Для кожного проекту можна вести свої вікі та форуми.

Функціональні можливості:

- Ведення декількох проектів.
- Гнучка система доступу з використанням ролей.
- Система відстеження помилок.
- Діаграми Ганта та календар.
- Ведення новин проекту, документів та управління файлами.
- Сповіщення про зміни за допомогою RSS-потоків та електронної пошти.
- Власна Wiki для кожного проекту.
- Форуми для кожного проекту.
- Облік часових витрат.
- Налаштування власних (custom) полів для задач, затрат часу, проектів та користувачів.
- Легка інтеграція із системами керування версіями (SVN, CVS, Git, Mercurial, Bazaar и Darcs).
- Створення записів про помилки на основі отриманих листів.

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

- Підтримка LDAP автентифікації.
- Можливість самореєстрації нових користувачів.
- Багатомовний інтерфейс (у тому числі українська мова).
- Підтримка СКБД: MySQL, PostgreSQL, SQLite.

Діаграма Ганта (*Gantt chart*, також стрічкова діаграма, графік Ганта) – це популярний тип діаграм, який використовується для ілюстрації плану, графіка робіт за будь-яким проектом. Є одним з методів планування та управління проектами.

Діаграма Ганта являє собою відрізки (графічні плашки), розміщені на горизонтальній шкалі часу. Кожен відрізок відповідає окремому завданню або підзадачі. Завдання і підзадачі, складові плану, розміщуються по вертикалі. Початок, кінець і довжина відрізка на шкалі часу відповідають початку, кінцю і тривалості завдання. На деяких діаграмах Ганта також показується залежність між завданнями.

Діаграма може використовуватися для представлення поточного стану виконання робіт: частина прямокутника, що відповідає завданню, заштриховується, відзначаючи відсоток виконання завдання; показується вертикальна лінія, що відповідає моменту «сьогодні».

Часто діаграма Ганта використовується спільно з таблицею зі списком робіт, рядки якої відповідають окремо взятій задачі, зображеній на діаграмі, а стовпці містять додаткову інформацію про задачу.

Система відстеження помилок Багтрекер – прикладна програма для допомоги розробникам програмного забезпечення (програмістам, тестувальникам тощо) враховувати і контролювати помилки, знайдені у програмах, питання щодо функціональності, рішення та оновлення, побажання користувачів, а також стежити за процесом їх виконання. Кожному, хто розробляв програмні продукти, добре знайоме співвідношення «20/80» – останні 20 % роботи тривають 80 % часу. Як це не парадоксально, але нічого дивного в цій пропорції немає, адже саме на завершальній стадії починається тестування проекту, коли виявляються

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

помилки, і що більший проект, то більше буде знайдено помилок. Водночас досить часто виявляється, що більшість цих помилок були відомі та могли бути виправлені з меншими витратами на попередніх стадіях роботи, але не були вчасно описані, а потім загубилися серед інших важливих завдань.

Отже, система відстеження помилок у найпростішому варіанті – це процес, що включає в себе виявлення помилки, її опис, виправлення і перевірку цього виправлення, тобто процес «стеження» за багом протягом всього як його життєвого циклу, так і життєвого циклу розробки в цілому.

Сукупність інформації про дефект. Головний компонент такої системи – база даних, що містить відомості про виявлені дефекти. Ці відомості можуть включати в себе:

- номер (ідентифікатор) дефекту;
- хто повідомив про дефект;
- дата і час виявлення дефекту;
- версія продукту, в якій виявлено дефект;
- серйозність (критичність) дефекту та пріоритет рішення;
- опис кроків для відтворення дефекту (неправильної поведінки програми);
- відповідальний за усунення дефекту;
- обговорення можливих рішень та їх наслідків;
- поточний стан виправлення дефекту;
- версії продукту, в якій дефект виправлений.

Крім того, розвинені системи надають можливість прикріплювати файли, які допомагають описати проблему, наприклад, дамп пам'яті або скріншот.

Використання. Основна перевага систем відстеження помилок полягає в забезпеченні чітких централізованих оглядів, запитів на розробку (включаючи помилки і виправлення) та їх стан. У корпоративному середовищі, системи відстеження помилок можуть бути використані для генерації звітів по продуктивності програмістів виправлення помилок.

Однак, це може іноді приводити до неточних результатів, тому що різні помилки можуть мати різні ступені пріоритету та серйозності, що пов'язано з складністю їх фіксації.

Життєвий цикл дефекту. Як правило, система відстеження помилок використовує той чи інший варіант «життєвого циклу» помилки, стадія якого визначається поточним станом помилки.

Типовий життєвий цикл дефекту:

1. Новий – дефект зареєстрований тестувальником.
2. Призначений – призначений відповідальний за виправлення дефекту.
3. Дозволений – дефект переходить назад у сферу відповідальності тестувальника. Як правило, супроводжується резолюцією, наприклад:

- Виправлено (виправлення включені у версію таку-то).
- Дубль (повторює дефект, що вже знаходиться в роботі).
- Не виправлено (працює відповідно до специфікації, має занадто низький пріоритет, виправлення відкладено до наступної версії тощо).

- «В мене все працює» (запит додаткової інформації про умови, в яких дефект проявляється).

4. Далі тестувальник проводить перевірку виправлення, залежно від чого дефект або знову переходить у стан «Призначений» (якщо він описаний як виправлений, але не виправлений), або у стан «Закрито».

5. Відкрито повторно – дефект знайдено знову в іншій версії.

Система може надавати адміністраторові можливість налаштування користувачі, які можуть переглядати і редагувати помилки залежно від їх стану, переводити їх в інший стан або видаляти.

У корпоративному середовищі, система відстеження помилок може використовуватися для отримання звітів, що показують продуктивність програмістів при виправленні помилок.

Однак, часто такий підхід не дає достатньо точних результатів через те, що різні помилки мають різну ступінь серйозності та складності. При цьому

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

серйозність проблеми прямо не стосується складності її усунення.

Нижче наведемо програмний код. Який відображаєє підключення основних функцій у програмі.

```
//відкриття вікна "Управління освітленням"
void __fastcall TForm_main::Button1Click(TObject *Sender)
{
Form_light->Show();
}
//-----
//відкриття вікна "Про програму..."
void __fastcall TForm_main::Button8Click(TObject *Sender)
{
Form_about->Show();
}
//-----//відкриття вікна
"Система водопостачання"
void __fastcall TForm_main::Button4Click(TObject *Sender)
{
Form_water->Show();
}
//-----//відкриття вікна
"Система клімат-контролю"
void __fastcall TForm_main::Button2Click(TObject *Sender)
{
Form_climate->Show();
}
//-----//відкриття вікна
"Система газопостачання"
void __fastcall TForm_main::Button5Click(TObject *Sender)
{
Form_gas->Show();
}
//-----//відкриття вікна
"Система безпеки"
void __fastcall TForm_main::Button3Click(TObject *Sender)
{
Form_security->Show();
}
//-----//відкриття вікна
"Домашній кінотеатр"
void __fastcall TForm_main::Button7Click(TObject *Sender)
```

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

```

{
Form_tv->Show();
}
//-----//відкриття вікна
"Телефонний зв'язок"
void __fastcall TForm_main::Button6Click(TObject *Sender)
{
Form_phone->Show();
}
//-----

```

На рисунку 4.2 зображена блок-схема підпрограми керування пристроями інтелектуального будинку.

З неї ми бачимо, що управління пристроями відбувається у наступній послідовності.

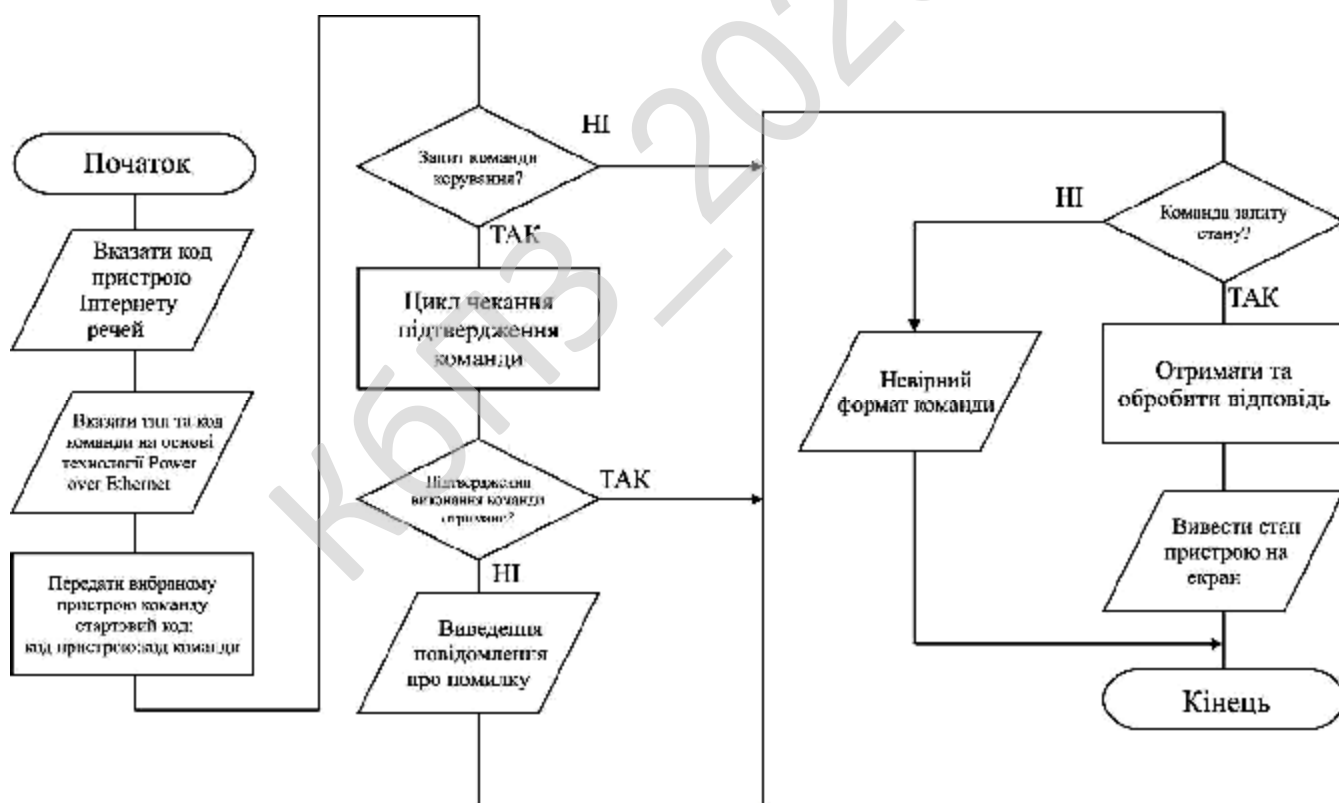


Рисунок 4.2 – Блок-схема роботи підпрограми керування пристроями інтелектуального будинку

Спершу вказується код конкретного дому.

Після цього задається код пристрою та код програми.

Вибір пристрою здійснюється передачею керуючого слова у котрому вказані стартовий код, код дому та код пристрою.

Це керуюче слово передається вибраному пристрою.

Пристрій визначає чи є команда, яку він отримав командою керування.

Якщо ні, то він переходить до розпізнавання її як команди запиту стану.

Якщо він визначає, що отримав команду керування, то починає чекати підтвердження.

Якщо підтвердження отримане. То команда виконується, у іншому випадку команда не виконується.

Після читання команди керування читається команда запиту стану.

Якщо вона не прочиталась, то видається повідомлення про невірний формат команди й підпрограма закінчує свою роботу.

У випадку ж, якщо команда запиту стану була прочитана, то пристроєм передається відповідь, які програма отримує та обробляє. Результати обробки відповіді на команду стану виводяться на екран.

На цьому підпрограма керування пристроями закінчує свою роботу.

Хоча сигнали управління передаються й приймаються безпосередньо по електричній мережі, для під'єднання пристроїв до комп'ютера можна використовувати різні топології, такі як наприклад Ethernet, RS-232, RS-485 та інші. Для вирішення поставленого у дипломному проекті завдання, було обрано інтерфейс Ethernet.

Стандарт визначає метод і протокол передачі керуючих сигналів-команд (включити, виключити, яскравіше, темніше й т.д.) по силовій електропроводці на електронні модулі, до яких підключені керовані електропобутові й освітлювальні прилади. Усього в мережу може бути об'єднане до 256 груп пристроїв з різними адресами.

З погляду логіки організації внутрімережної взаємодії всі пристрої можна

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

розбити на дві більші групи: контролери й виконавчі модулі.

Контролери відповідають за генерацію команд і, крім ручного кнопочого керування, можуть мати убудований таймер або спеціалізований пристрій уведення зовнішнього впливу (датчик освітленості, фотоприймач інфрачервоного випромінювання від пульта дистанційного керування й т.д.).

Виконавчий модуль, виконуючи команди, передані тим або іншому контролеру, управляє комутацією електроживлення побутового або освітлювального приладу, відіграючи роль "розумного" вимикача. Найпоширеніші модулі двох типів: лампові (lamp module) і приладові (appliance module).

Конструктивно лампові модулі являють собою тиристорні регулятори потужності й забезпечують, крім функцій включення й вимикання, плавну регулювання яскравості світіння електроламп (функція диммера, від англійського слова dimmer – "реостат", "темнитель"). Приладові модулі оснащені електромагнітними реле для перемикання живлення й не призначені для плавного регулювання подаваної на навантаження потужності.

Для передачі команди потрібно одинадцять циклів (періодів) силової напруги. Перші два цикли передають стартовий код, наступні чотири цикли представляють код будинку (з А по Р) і останні п'яти циклів передають код приладу (з 1 по 16) або код функції (ВМК, ВИМК і т.д.), тобто ключовий код. Цей повний код (стартовий код + код будинку + ключовий код) завжди передається двічі безперервним блоком. Між блоками різних команд завжди повинен бути перерва в три цикли силової напруги. Виключенням із цього правила є блоки команд яскравіше/темніше, які передаються послідовно (мінімум два блоки) без затримок.

Усередині кожного блоку, код будинку й ключовий код повинні передаватися з кодами, що доповнюють до одиниці, у суміжних напівперіодах силової напруги. Наприклад, якщо одиничний імпульс переданий у першій половині періоду, то в другий не повинне бути ніякого сигналу (нульовий біт).

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Нижче наведені можливі значення коду будинку й ключового коду і їхні двійкові подання. Стартовий код – це унікальний код, завжди рівний 1110 і не має суміжних напівперіодах доповнюють, що біт в, тобто значущі біти передаються на кожний перехід силової напруги через нуль.

1. NAIL запит (запит-вітання) передається для знаходження передавачів у зоні покриття. Це дозволяє виставити різні коди будинків у випадку одержання відповіді Nail Acknowledge.

2. У коді функції Pre-Set Dim, біт D8 разом із чотирма бітами коду будинку становить блок з 5 біт {D8H8H4H2H1}, що визначає абсолютний рівень диммеру.

3. Функція Extended Data (додаткові дані) передує послідовності байт (8 біт) довільної довжини, які представляють аналогові дані після аналогово-цифрового перетворення. Код функції й байти даних передаються безупинно, без пауз. Перший байт даних може вказувати на кількість байт у послідовності. Якщо при передачі в послідовності байт допущені паузи, то модуль – приймач може виконати помилкову операцію.

Функція Extended Code еквівалентна Extended Data: послідовність байт (без пауз), які представляють додаткові коди. Це дозволяє розроблювачам використовувати більше 256 наявних кодів.

Перші 16 із ключових кодів визначають номер модуля, що надалі буде приймати й виконувати команди (ВМК, ВИМК, ЯСКРАВІШЕ, ТЕМНІШЕ) до перевизначення керованого модуля. Біт D16 називається "функціональним бітом", якщо він дорівнює 1, то передається функція, інакше код модуля.

Приведемо приклад.

Щоб включити 5-ий модуль в "будинку К", потрібно послати по електромережі наступний рядок біт:

1110010110100101011001111001011010010101100100000011100101101001
011001101110010110100101100110.

Ця посилка містить 94 біта, і займе 47 циклів силової напруги або 0,94 с (майже секунда!). Тому, коли ви натискаєте на кнопку ВМК, світло включається із

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

запізнюванням. Реакція на команди "Все світло ВМК" або "Всі модулі ВИМК" помітно швидше, тому що не передається код модуля.

Команди

У протоколі передбачено шість базових команд:

1. Включити (On).
2. Виключити (Off).
3. Яскравіше (Bright).
4. Темніше (Dim).
5. Включити все світло (ALL Ligts ON).
6. Виключити всі (ALL Units OFF).

Сигнали

Технологія використовує цифрове подання сигналів керування. Інформація кодується двійковим кодом і передається по електричній мережі за допомогою високочастотних імпульсів. Кожний переданий імпульс відповідає одному біту інформації сj значенням "1". Передача чергового імпульсу відбувається в момент часу, коли сіткова напруга приймає нульове значення.

Стандартна команда передається протягом, приблизно, 50 періодів мережної напруги частоти 50Гц або 1 сек.

Більшість переданих по мережі повідомлень містить, принаймні, два інформаційні поля: адреса пристрою, якому ця команда адресована, і властиво команду. Підключені до електромережі пристрої приймають передані повідомлення, декодують поле адреси й, якщо він збігається з їх власним, виконують команду.

Інтеграція

Основним засобом інтеграції мережі із зовнішнім устаткуванням є PLC інтерфейс ХМ10. Будь-який контролер, що підтримує відкритий протокол обміну з ХМ10, може відправляти команди в електромережу й, навпаки, одержувати з мережі інформацію про стан пристроїв.

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

4.2 Захист розробленого програмного забезпечення

Для захисту розробленого програмного забезпечення запропоновано використовувати алгоритм Blowfish, який є симетричним алгоритмом шифрування, тобто таким, у якому ключ шифрування дорівнює ключу дешифрування. Він є мережею Фейштеля, у якій кількість ітерацій дорівнює 16. Довжина блоку дорівнює 64 бітам, ключ може мати будь-яку довжину в межах 448 біт. Хоча перед початком будь-якого шифрування виконується складна фаза ініціалізації, саме шифрування даних виконується досить швидко.

Алгоритм призначений в основному для додатків, у яких ключ міняється нечасто, до того ж існує фаза початкового рукошукання, під час якої відбувається автентифікація сторін і узгодження загальних параметрів і секретів. При реалізації на 32-бітних мікропроцесорах з більшим кешем даних Blowfish значно швидше DES.

Алгоритм складається із двох частин: розширення ключа й шифрування даних. Розширення ключа перетворює ключ довжиною, принаймні, 448 біт у кілька масивів підключів загальною довжиною 4168 байт.

В основі алгоритму лежить мережа Фейштеля з 16 ітераціями. Кожна ітерація складається з перестановки, що залежить від ключа, і підстановки, що залежить від ключа й даних. Операціями є XOR і додавання 32-бітних слів.

Blowfish використовує велику кількість підключів. Ці ключі повинні бути обчислені заздалегідь, до початку будь-якого шифрування або дешифрування даних. Елементи алгоритму:

1. P – масив, що складається з вісімнадцяти 32-бітних підключів: $P_1, P_2, \dots, P_{18}$.
2. Чотири 32-бітних S-boxes с 256 входами кожний. Перший індекс означає номер S-box, другий індекс – номер входу.
3. $S_{1,0}, S_{1,1}, \dots, S_{1,255}$;
4. $S_{2,0}, S_{2,1}, \dots, S_{2,255}$;

5. $S_{3,0}, S_{3,1}, \dots S_{3,255};$

6. $S_{4,0}, S_{4,1}, \dots S_{4,255};$

Шифрування

Входом є 64-бітний елемент даних X , що ділиться на дві 32-бітні половини, X_l і X_r .

$$X_l = X_l \text{ XOR } P_i$$

$$X_r = F(X_l) \text{ XOR } X_r$$

Swap X_l and X_r

Функція F

Розділити X_l на чотири 8-бітних елементи A, B, C, D .

$$F(X_l) = ((S_{1,A} + S_{2,B} \bmod 2^{32}) \text{ XOR } S_{3,C}) + S_{4,D} \bmod 2^{32}$$

Дешифрування відрізняється від шифрування тим, що P_i використовуються у зворотному порядку.

Генерація підключів

Підключи обчислюються з використанням самого алгоритму Blowfish.

1. Ініціалізувати перший P -масив і чотири S -boxes фіксовані рядки.

2. Виконати операцію XOR P_1 з першими 32 бітами ключа, операцію XOR P_2 із другими 32 бітами ключа й т.д. Повторювати цикл доти, поки весь P -масив не буде побітово складний з усіма бітами ключа. Для коротких ключів виконується конкатенація ключа із самим собою.

3. Зашифрувати нульовий рядок алгоритмом Blowfish, використовуючи підключи, описані в пунктах (1) і (2).

4. Замінити P_1 і P_2 виходом, отриманим на кроці (3).

5. Зашифрувати вихід кроку (3), використовуючи алгоритм Blowfish з модифікованими підключами.

6. Замінити P_3 і P_4 виходом, отриманим на кроці (5).

7. Продовжити процес, замінюючи всі елементи P -масиву, а потім всі чотири S -boxes, виходами відповідним чином модифікованого алгоритму Blowfish. Для створення всіх підключів потрібна 521 ітерація.

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

5 МЕТОДИКА ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ

Програма має простий та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, який зображений на рисунку 5.1. З рисунку головного вікна можна побачити що інтерфейс головного вікна розподілено на наступні функціональні розділи:

- Функціональних кнопок ПЗ у блоках інформаційного вибору: Ввімкнути та Вимкнути.
- Прихованого навігаційного меню яке викликається натисканням правої клавіші маніпулятора миші.
- Інформаційних розділів: Опалення будинку; Кондиціонер. Можливе автоматичне розширення вікна при знайдені наявності інших підсистем.
- Розділу виведення результату роботи системи у вигляді поточного стану клімату у будинку.

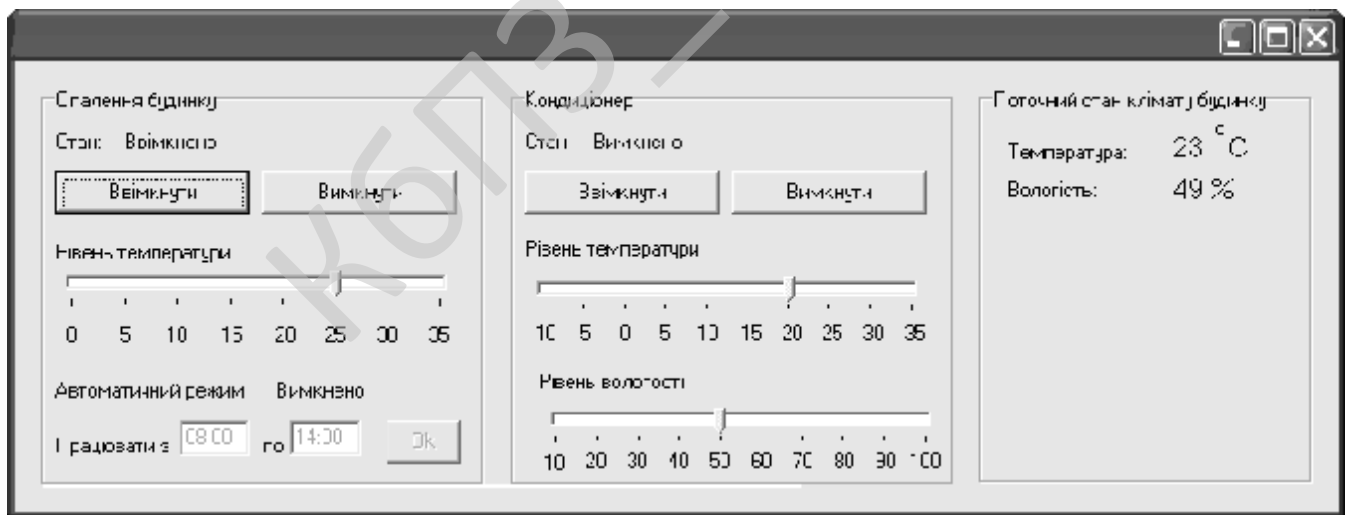


Рисунок 5.1 – Головне вікно ПЗ

На рисунку 5.2 зображено авторські дані розробленого програмного забезпечення. Розроблена програма має дуже простий і зрозумілий інтерфейс з

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

користувачем. Кожен, хто в достатньому обсязі володіє операційним середовищем Windows без особливих складностей освоїть і цю програму, оскільки її інтерфейс інтуїтивно зрозумілий. Якщо програма не видала ніяких помилок, і працює, то можна використовувати, інакше слід слідувати інструкціям, які пропонує програма.

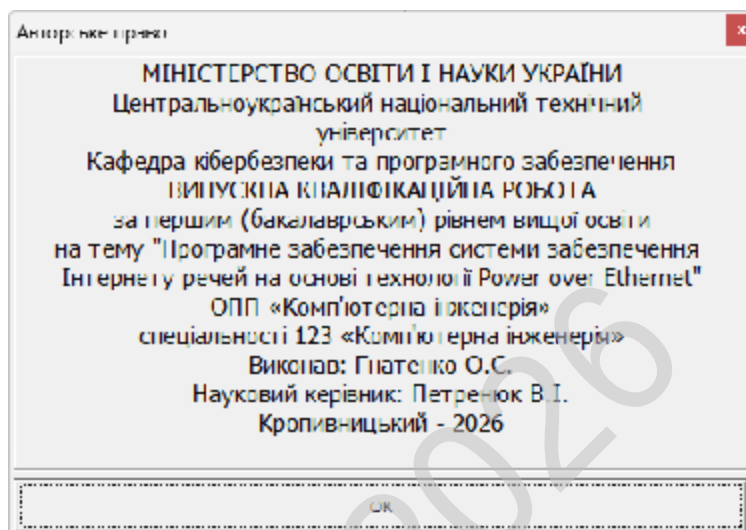


Рисунок 5.2 – Авторське право

Розглянемо процес впровадження програмного забезпечення, це процес налаштування програмного забезпечення під певні умови використання, а також навчання користувачів роботі з програмним продуктом. Впровадження програмного забезпечення це усі дії, що роблять розроблену програмну систему готовою до використання. Даний процес є частинною життєвого циклу програмного забезпечення.

6 ОСНОВНІ ВИСНОВКИ

Програмне забезпечення, створене в результаті виконання випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти, призначено для системи забезпечення Інтернету речей на основі технології Power over Ethernet.

В межах України в недостатній мірі представлені вітчизняні розробки в цій області.

Рішення завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем забезпечення Інтернету речей на основі технології Power over Ethernet.
- Досліджена система забезпечення Інтернету речей на основі технології Power over Ethernet.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи забезпечення Інтернету речей на основі технології Power over Ethernet.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання забезпечення Інтернету речей на основі технології Power over Ethernet.

Розроблене програмне забезпечення має простий, дружній та зручний інтерфейс користувача, що забезпечує легкість у освоєнні роботи програмного продукту, зручність у використанні, і не потребує особливих спеціальних знань.

При створенні програмного забезпечення було використано об'єктно-орієнтований підхід, що відповідає сучасним тенденціям у галузі розробки комерційних програмних систем.

Програма реалізована на мові високого рівня Builder C++. Дана мова програмування дозволяє найбільш ефективно обробляти дані призначені для системи забезпечення Інтернету речей на основі технології Power over Ethernet.

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Це дозволило мінімізувати строк розробки програмного забезпечення, і, як слід, зменшити витрати на його розробку. Запропоноване програмне забезпечення ділиться на загальне програмне забезпечення, що поставляється із засобами обчислювальної техніки й спеціальне програмне забезпечення, що спеціально розроблене для даної конкретної системи й включає програми, що реалізують її функції.

Програма призначена для виконання під управлінням багатозадачної операційної системи Windows 10/11.

Даються необхідні рекомендації з установки розробленого програмного забезпечення.

Для підвищення рівня безпеки запропоновано застосовувати алгоритм Blowfish.

В цілому створене програмне забезпечення підтверджує правильність використаних проектних рішень та повністю відповідає вимогам технічного завдання. Створене програмне забезпечення має потенційну можливість для подальшого вдосконалення і застосування у різних галузях.

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Greg Dunko, Joydeep Misra, Josh Robertson, Tom Snyder “A reference guide to the Internet of Things” / 2017 Bridgera LLC, RIoT.
2. Donald Norris “Programming with STM32. Getting started with the Nucleo Board and C/C++” 416 p. 2018.
3. Neil Kolban “Kolban’s book on ESP32”. Texas, USA. 951 p.
4. Вінтенко Б.Ю., Миронець І.В., Смірнов О.А. «Модель комп’ютерно-орієнтованої процедури системи підтримки оперативного персоналу АЕС». *IV Міжнародна науково-практична Інтернет-конференція «Інновації та перспективні шляхи розвитку інформаційних технологій (ІПШРІТ-2025)»* м.Черкаси 25 листопада 2025 року – Черкаси: ЧДТУ.– 2025. – С.101-103.
5. Kuznetsov O., Frontoni E., Kuznetsova Y., Chevardin V., Smirnov O. «Architectural foundations for adaptive security in edge computing systems». *Cybersecurity Defensive Walls in Edge Computing*, 2025. pp. 21-61.
6. Вінтенко, Б.Ю., Миронець, І.В., Смірнов, О.А., Коваленко, О.В., Усік, П.С., Буравченко, К.О., Лисенко, І.А. «Логіко-структурна модель комп’ютерно-орієнтованої процедури системи підтримки оперативного персоналу АЕС». *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. 2025. Том 2 № 30. С. 413-427, 2025.
7. Смірнова, Т.В. «Дослідження методів, моделей та сучасних ІТ-рішень для підтримки технологічних процесів у критичній інфраструктурі держави». *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. 2025. Том 2 № 30. С.195-208, 2025.
8. Kuznetsov, O., Frontoni, E., Kuznetsova, K., Arnesano, M., Smirnov, O. «A secure biometric authentication architecture for blockchain-driven cyber-physical systems». *Security and Privacy of Cyber Physical Systems Emerging Trends Technologies and Applications*, 2025, pp. 193–224.
9. Kuznetsov, O., Atzeni, G., Arnesano, M., Randieri, C., Smirnov, O. «Secure IoT-based smart wheelchair system: From implementation to security enhancement

strategy». *Security and Privacy of Cyber Physical Systems Emerging Trends Technologies and Applications*, 2025, pp. 225–257.

10. Kuznetsov, O., Smirnov, O., Kuznetsova, T., Shaikhanova, A., Svatowsky, I. «Privacy-utility trade-offs in IoT networks: A comparative analysis of differential privacy mechanisms for sensor data aggregation». *Security and Privacy of Cyber Physical Systems Emerging Trends Technologies and Applications*, 2025, pp. 589–622.

11. Вінтенко Б., Смірнов О., Миронець І., Смірнова Т., Смірнов С. «Імітаційна модель шляхів вхідних даних комп'ютерної інтелектуальної системи підтримки оператора енергоблоку АЕС». *Комбінаторні конфігурації та їхні застосування: Матеріали XXVII Міжнародного науково-практичного семінару, присвяченого 125-річчю Національного університету «Запорізька політехніка» (Запоріжжя-Кропивницький-Київ, 4-6 червня 2025 р.)*. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2025. С.82-91.

12. Al-Azzeh, J., Ayyoub, B., Mesleh, A., Smirnova, T., Gnatyuk, S., Drieiev, O., Smirnov, O., Dorenskyi, O. «Cloud-Based Information System for Evaluating Caverns in the Process of Blasting Metal Surfaces of Details». *International Review on Modelling and Simulations* 18 (1), 2025. pp. 32-42.

13. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Миронець І.В., Смірнова Т.В., Коваленко О.В., Мацуї А.М. «Модель шляхів отримання вхідних даних комп'ютерної інтелектуальної системи підтримки оперативного персоналу АЕС». *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. 2025. Вип. 11(42), ч. II. С.52-62.

14. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Миронець І.В., Смірнова Т.В. «Методи забезпечення відмовостійкості інтелектуальних систем підтримки оператора». *VIII міжнародна науково-практична конференція “Інформаційна безпека та комп'ютерні технології”*, м. Кропивницький. 24-25 квітня 2025 р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2025. – С. 44-46.

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

15. Вінтенко, Б., Миронець, І., Смірнов, О., Коваленко, А., Коноплицька-Слободенюк, О., Смірнова, Т., Константинова, Л. «Дослідження застосування систем підтримки оперативного персоналу об'єкту критичної інфраструктури при керуванні енергоблоком АЕС з реактором типу ВВЕР-1000». *Електронне фахове наукове видання «Кібербезпека: освіта, наука, техніка»*, 2024. № 2(26), С. 6-26.

16. Смірнова Т.В., Коноплицька-Слободенюк О.К., Буравченко К.О., Смірнов С.А., Кравчук О.В., Козірова Н.Л., Смірнов О.А. «Дослідження технологій забезпечення кібербезпеки хмарних сервісів IaaS, PaaS та SaaS». *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. 2024. №4(24), С. 6-27.

17. Вінтенко, Б., Миронець, І., Смірнов, О., Кравчук, О., Козірова, Н., Савеленко, Г., Коваленко, А. «Дослідження вимог та аналіз кібербезпеки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. 2024. №3(23), С. 111-131.

18. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». *Advanced Information Systems*, 2023, 7(2), pp. 49-56.

19. Kuznetsov, O., Kuznetsova, Y., Smirnov, O., Kostenko, O., Zvieriev, V. «Evaluating Hashing Algorithms in the Age of ASIC Resistance». *CEUR Workshop Proceedings*, 2023, 3628, pp. 93-105.

20. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchев, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.

21. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 2023, 178, pp. 208–223.

22. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко А.С., Смірнов С.А., Буравченко К.О. «Дослідження вимог міжнародних стандартів IEC60880 та IEC62138 з розробки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». *Системи управління, навігації та зв'язку*, 2023, вип. 3(73), С. 155-166.

23. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувацького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». *Сучасні інформаційні системи*, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.

24. Smirnova, T., Gnatyuk, S., Yudin, O., Sydorenko, V., Polozhentsev, A., «The Model for Calculating the Quantitative Criteria for Assessing the Security Level of Information and Telecommunication Systems». *CEUR Workshop Proceedings Volume 3156*, 2022, Pages 390-399.

25. Смірнова Т.В., Гнатюк С.О., Сидоренко В.М., Юдін О.Ю., Сидоренко С.Ю., «Модель визначення критичності галузевих інформаційно-телекомунікаційних систем». *Проблеми інформатизації та управління*, № 2(70). 2022. С. 28-37.

26. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Якименко Н.М., Смірнов С.А., Поліщук Л.І., «Дослідження стійкості до диференціального криптоаналізу запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» *Системи управління, навігації та зв'язку*, 2022, № 3(69). С. 93-98.

27. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Якименко Н.М., Поліщук Л.І., Смірнов С.А. «Дослідження статистичної стійкості та швидкісних характеристик запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» *Вісник Хмельницького національного університету. Серія: «Технічні науки»*, № 2 (307). С. 46-52. 2022.

28. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Константинова Л.В., Смірнов С.А., Якименко Н.М., «Дослідження стійкості до лінійного криптоаналізу

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» *Системи управління, навігації та зв'язку*, 2022, № 1(67). С. 84-89.

29. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». *Communications in Computer and Information Science*, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.

30. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings*. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.

31. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». *Journal of theoretical and applied information technology* Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.

32. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». *2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT)*, Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.

33. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) *Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.

34. Smirnov, O., Markovets, O. Vovk, N., Turchyn, Y., «Model of informational support for social network administrators' content creation». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2616, 2020, Pages 125-136.

35. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
36. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
37. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». *International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019*; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
38. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». *International Journal of Computing*; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
39. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». *2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T)*, Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
40. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyz, M., «QoE optimization technique for media delivery in 5G networks». *2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T)*, Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.
41. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». *CEUR Workshop Proceedings*, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
42. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation

Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.

43. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.

44. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.

45. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.

46. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», *Telecommunications and Radio Engineering*. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.

47. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Кравченко С.С., Горбов В.О., «Хмарна система підтримки прийняття рішень технологічного процесу відновлення поверхонь конструкцій і деталей машин». *Сучасні інформаційні системи*. 2021. Т. 5, № 4. С. 79-95

48. Смірнов О.А., Усік П.С., Миронець І.В., Буравченко К.О., Якименко Н.М. «Метод підвищення ефективності розподіленої обробки даних у комп'ютерних системах операторів стільникового зв'язку» *Вісник Черкаського державного технологічного університету. Технічні науки*. №4. С. 103-110. 2020.

49. О.А.Смірнов, Т.В.Смірнова, Л.І. Поліщук, К.О. Буравченко, А.О.Макевнін, «Дослідження хмарних технологій як сервісів», *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. № 3(7). С. 43-62. 2020.

					ВКРБ-123.26.0027.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

50. Смірнов О.А., Коноплицька-Слободенюк О.К., Смірнов С.А., Буравченко К.О., Смірнова Т.В., Поліщук Л.І. Інформаційна безпека в комп'ютерних мережах. Навчальний посібник – Кропивницький: вид. Лисенко В.Ф. 2020. – 294 с.

51. О.А. Смірнов, П.С. Усік, «Дослідження перспектив використання технологічних рішень в мережах 5G» у *Кибербезпека та інформаційні технології: монографія*. – Х. : ТОВ «ДІСА ПЛЮС», 2020.С. 122-135.

52. Смірнов О.А., Дреєва Г.М., Дреєв О.М., Смірнова Т.В. «Фрактальний аналіз генератора самоподібного трафіку на основі ланцюга Маркова». *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. № 2(33). с. 161-172, 2019.

53. Смірнов О.А., Коноплицька-Слободенюк О.К., Смірнов С.А., Буравченко К.О., Смірнова Т.В. Поліщук Л.І. Проектування комп'ютерних систем та мереж. Навчальний посібник – Кропивницький: вид. Лисенко В.Ф. 2019. – 264 с.

54. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kuznetsova., K. Synthesis of Discrete Signals with Improved Correlation Properties. Монографія: In.: ISCI'2019: Information Security in Critical Infrastructures. Collective monograph. Edited by Ivan D. Gorbenko and Alexandr A. Kuznetsov, ASC Academic Publishing, USA, 2019, pp. 281-299. – ISBN: 978-0-9989826-8-7 (Hardback), ISBN: 978-0-9989826-9-4 (Ebook).

55. Смірнов О.А., Дреєва Г.М. Метод генерування фрактального трафіку за допомогою моделі генератора на графі. Монографія: Інформаційна безпека та інформаційні технології : монографія / за заг. ред. В. С. Пономаренка. – Х. : Вид. Рожко С.Г. 2019. С. 123-139