

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 ІР-конвергенції для
розумного міста”

Виконав здобувач вищої освіти
IV курсу, групи КІ-22-1
ОПП «Комп’ютерна інженерія»
спеціальності 123 «Комп’ютерна інженерія»
_____ Самойленко Д.С.
«___» _____ 2026 р.

Керівник проекту
доктор філософії (PhD)
_____ Дреєва Г.М.
«___» _____ 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

Самойленку Дмитру Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Програмне забезпечення системи IP-конвергенції для розумного міста

2. Керівник роботи Дреєва Ганна Миколаївна, доктор філософії (PhD)

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу № 133-02 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 IP-конвергенції для розумного міста

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

Дреєва Г.М.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання
« 27 » лютого 2026 р.

Підпис здобувача

Самойленко Д.С.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Самойленко Д.С. Програмне забезпечення системи IP-конвергенції для розумного міста. 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 IP-конвергенції для розумного міста.

Метою розробки є програмне забезпечення системи IP-конвергенції для розумного міста.

Результат роботи – програмна реалізація системи IP-конвергенції для розумного міста.

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, IP-конвергенція, розумне місто

ABSTRACT

**Samoilenko D.S. Software for the IP convergence system for a smart city.
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 that is intended for the IP convergence system for a smart city.

The purpose of the development is software for the IP convergence system for a smart city.

The result of the work is the software implementation of the IP convergence system for a smart city.

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 Windows 10/11.

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

Keywords: computer engineering, IP convergence, smart city

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.....	5
2 ПЕРЕГЛЯД АНАЛОГІЧНИХ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ	9
2.1 Огляд існуючих систем, технологій, архітектур та програмних рішень за профілем теми випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.....	9
2.2 Обґрунтування вибору засобів для побудови системи та мови програмування.....	18
2.3 Розгорнута постановка завдання	20
3 ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ	21
3.1 Опис функціонування системи	21
3.2 Розробка структурної схеми.....	30
3.3 Розробка функціональної схеми	36
3.4 Розробка діаграми процесів.....	39
4 РЕАЛІЗАЦІЯ РОБОТИ. РОЗРАХУНКИ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДАНІ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ВІРНІСТЬ ПРОЕКТНИХ ТА ПРОГРАМНИХ РІШЕНЬ.....	41
4.1 Розробка блок-схем та опис алгоритмів функціонування системи.....	41
4.2 Захист розробленого програмного забезпечення.....	55
5 ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ	57
6 ОСНОВНІ ВИСНОВКИ.....	65
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	67

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ			
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	<i>Програмне забезпечення системи IP-конвергенції для розумного міста</i>	Літ.	Аркуш	Аркушів
<i>Розроб.</i>		Самойленко Д.С.				Б		
<i>Перев.</i>		Дресва Г.М.					1	75
<i>Н.контр.</i>		Коваленко А.С.				ЦНТУ КІ-22-1		
<i>Затв.</i>		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

ВСТУП

Актуальність теми До ініціатив в області «розумних» міст проявляють інтерес в усьому світі. Необхідним компонентом такого міста є «розумні» будинки, тому дуже важливо розуміти, що робить будинок інтелектуальним і яким образом необхідна інфраструктура може бути винесена за межі будинків і стати основою для побудови «розумних» міст.

Традиційні будинки трансформуються в інтелектуальні за допомогою інноваційних рішень і технологій, які розширюють наявні можливості, надаючи їхнім власникам і керуючим організаціям безліч переваг, у числі яких додаткова економія й підвищення ефективності. Якщо говорити конкретніше, управління інтелектуальними будинками здійснюється за допомогою розумних систем, які й контролюють всі інтегровані цифрові елементи будинку такі як освітлення, автоматичне охолодження й підігрів робітника простору, систем безпеки й т.д. Ці будинки оснащуються передовими системами й технологіями для моніторингу, збору й аналізу інформації, що надходить від різних датчиків і пристроїв. Таким чином, «розумні» системи формують вимірне, кероване й екологічно чисте середовище.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є програмне забезпечення системи IP-конвергенції для розумного міста.

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

- Огляд існуючих систем IP-конвергенції для розумного міста.
- Дослідження системи IP-конвергенції для розумного міста.
- Програмна реалізація системи IP-конвергенції для розумного міста.

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

Практична цінність отриманих результатів полягає в тому, що розроблені алгоритми дозволяють успішно вирішувати задачі ІР-конвергенції для розумного міста.

Таким чином, виходячи з вищеперерахованого, програмне забезпечення системи ІР-конвергенції для розумного міста, є актуальною задачею, яка потребує вирішення у даній випускній кваліфікаційній роботі за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.

К6ПЗ_2026

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ВИКОРИСТАННЯ

1.1 Призначення системи

ІР-конвергенція – от та передумова, завдяки якій стала можлива реалізація інтелектуальних будинків. Відповідна концепція припускає використання єдиної ІР-мережі для підтримки даних, голосу, відео й слабкострумів систем: аудіо- і відеопідсистем, засобів управління освітленням і енергоспоживанням, систем безпеки, опалення, вентиляції, кондиціювання й протипожежного захисту.

Для об'єднання даних, голосу, відео й слабкострумів систем у єдину уніфіковану мережну інфраструктуру в інтелектуальному будинку розгортається структурована кабельна мережа. Ті підсистеми, які раніше функціонували незалежно, тепер підтримуються єдиної уніфікованої СКС, що володіє цілим рядом переваг і дозволяє скоротити капітальні й експлуатаційні витрати, спростити процедуру управління, знизити витрати на електроенергію й т.д.

На базі СКС може бути реалізована в тому числі й електроживлення за технологією Power over Ethernet (PoE), що передбачає використання мідного кабелю зі збалансованими крученими парами для подачі постійного струму на підключаються до ІР-мережі пристрої: ІР-Телефони, камери відеоспостереження й системи контролю доступу.

1.2 Область застосування

Важливе значення для ефективної передачі даних, голосу й відео, а також оптимального функціонування низьковольтних систем будинку й ІР-пристроїв з живленням по PoE має правильний підбір кабелю. Кабельна інфраструктура повинна одночасно підтримувати передачу даних за стандартом 10GBase-T і живлення пристроїв потужністю до 100 Вт. Для підключення встаткування

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

10GBase-T у відповідності зі стандартами ISO/IEC і TIA рекомендується використовувати кабель на основі збалансованої кручений пари Категорії 6A (або вище).

Необхідно визначити, якого роду кабелі варто застосовувати: екрановані або неекрановані. Власники будинку й експлуатуючі компанії найчастіше не знають, що подача електроживлення по кабелю передачі даних може привести до його нагрівання й ушкоджень контактів при утворенні електричної дуги, що негативно відбивається на продуктивності. Тому кабельна інфраструктура повинна забезпечувати поліпшене розсіювання тепла й стійку продуктивність при підвищенні температури.

Найкраще для енергопостачання пристроїв потужністю 60 Вт і вище підходять кабельні рішення Категорій 6A і 7A. Крім цього мережне встаткування повинне відповідати затвердженим стандартам. Для запобігання ушкодження контактів при відключенні пристроїв, що перебувають під навантаженням, PoE рекомендується враховувати вимоги стандарту IEC 60512-99-001.

Подача живлення по кабелях передачі даних за технологією PoE забезпечує інтелектуальному будинку ряд вагомих переваг, а комп'ютерні системи й системи освітлення на базі PoE відкривають нові можливості при проектуванні його цифровий екосистеми.

У випадку установки системи освітлення на базі PoE слабкоструміві світлодіодні світильники підключаються до конвергентної мережної інфраструктури Ethernet, чим усувається потреба в прокладці силового електричного кабелю. При підключенні таких світильників витрати на електроенергію можна скоротити на 85%.

Ще більша економія може бути досягнута за рахунок оптимізації розподілу електроенергії (наприклад, відмови від додаткових кабельних лотків) і застосування спеціальних засобів управління, що забезпечують багаторівневу зміну освітленості, використання денного світла й включення електроприладів

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

тільки під час активності мешканців будинку. Все це вносить істотний вклад в оптимізацію експлуатаційних витрат.

Як уже говорилося, рекомендується прокладати екранований кабель Категорії 6A і вище, що поліпшує розсіювання тепла в горизонтальній проводці при температурі до 75°C. Правильно спроектована кабельна мережа відіграє важливу роль при організації освітлення PoE. Досягненню більшої гнучкості й спрощенню реконфігурації при мінімальних працевитратах і фінансових витратах сприяє зонування, або зонний розподіл – розміщення в стельовому просторі проміжних точок підключення. Короткі кабелі, що розходяться від точки консолідації, дозволяють прискорити монтаж і розмістити освітлювальне встаткування PoE високої щільності.

Ріст популярності систем енергопостачання потужністю 60 і 90 Вт приводить до того, що наступним логічним компонентом у цифровій екосистемі будинку стає комп'ютерне встаткування з живленням по PoE. Високоєфективні тонкі клієнти, настільні комп'ютери й мобільні пристрої підключаються за допомогою стандартних, використовуваних для передачі даних кабелів Ethernet із традиційними конекторами RJ-45. У результаті силовий кабель виявляється непотрібним.

Комп'ютери з PoE споживають у середньому у два рази менше електроенергії в порівнянні із традиційними настільними комп'ютерами, виступаючи в якості їх екологічно чистої альтернативи. Комп'ютерні рішення з PoE починають впроваджуватися в безлічі інтелектуальних будинків, шкіл і університетів, в установах охорони здоров'я, на виробництві й в інших середовищах, що сприяє подальшому підвищенню безпеки (електричних розеток для зарядки й електропостачання при цьому не потрібно), мобільності, скороченню вартості впровадження, зменшенню енергоспоживання й консолідованому розгортанню точок резервного живлення.

Таким чином, «розумні» міста відкривають дорогу в майбутнє й сприяють акумулюванню інтелектуальних технологій при будівництві суспільних будинків,

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

житлових будинків, доріг і іншої важливої інфраструктури. Державні й комерційні організації шукають нові шляхи застосування передових технологій. Розвиток розумних міст буде сприяти появі всі нових міських просторів, які не будуть забруднювати навколишнє середовище завдяки низькому енергоспоживанню й використанню екологічно чистих методів забезпечення оптимальних умов життя людей.

Інтелектуальні будинки оснащуються передовими системами й технологіями для моніторингу, збору й аналізу інформації, що надходить від різних датчиків і пристроїв.

У випадку установки системи освітлення на базі PoE низьковольтні світлодіодні світильники підключаються до конвергентної мережної інфраструктури Ethernet, чим усувається потреба в прокладці силового електричного кабелю

Таким чином, виходячи з вищеперерахованого, програмне забезпечення системи IP-конвергенції для розумного міста, є актуальною задачею, яка потребує вирішення у даній випускній кваліфікаційній роботі за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

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

Сінгапур. Smart Nation

Досвід Сінгапуру важливий для України насамперед в області створення безпечного й комфортного міського середовища, підвищення якості міських послуг і життя городян. Українські міста активно переймають стандарти по утворенню й охороні здоров'я, прийняті в унікальній місті-державі.

Британія. Лондон

У Лондоні пожежна служба використовує соціально-демографічні дані для оцінки й профілактики пожежних ризиків. Такі показники жителів як вік, утворення, дохід, тип зайнятості, тип житла й інші дозволяють побудувати предиктивну модель, що підвищує якість оцінок ризику пожежі по районах міста.

Ініціатива Smart London проголошена адміністрацією міста в 2013 році. Завдяки їй розвиваються багато секторів міського господарства, а особливо – транспортна галузь. Управління транспорту столиці Великобританії, одержуючи різномірні дані, становить оптимальні маршрути для міського транспорту й вчасно сповіщає населення про зміну в маршрутах руху, про дорожні роботи й надзвичайні ситуації. Аналітики PwC відзначають, що лондонцям доступно кілька десятків мобільних сервісів для пасажирів.

На 1 кв. км. Лондона доводиться понад 300 камер зовнішнього відеоспостереження. Статистична аналітична система (САС) допомагає в передбаченні пожежонебезпечної обстановки. Статичний аналіз, що лежить в основі САС, допомагає виявляти найбільш незахищені від вогню будинку й неблагополучні родини. Демографічні, геологічні, історичних і інших дані

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

(розглядається 60 критеріїв) використовуються при моделюванні кожного району. Це істотно скоротило випадки загорянь житлових будівель.

США. Нью-Йорк

Єдину систему аналізу даних, використовувану особливим департаментом адміністрації уряду Нью-Йорка(MODA), аналітики PwC ставлять за приклад іншим мегаполісам, керованим даними. Комплекс датчиків, інстальований по місту, виявляє й визначає вібрації від пострілів зброї. Поліція негайно ж одержує інформацію про район стрілянини й відправляється на місце події.

Система передбачення пожеж у північноамериканському мегаполісі використовує аналіз Big Data. Для прогнозування задіюються як свіжі, так і історичні дані, наприклад, те, наскільки часто й у яку пору року в кожному розглянутому квадраті трапляються пожежі. Система дозволила на 70% збільшити ефективність перевірок об'єктів на предмет дотримання протипожежних норм.

Щодня в цьому північноамериканському мегаполісі збирається 10,5 тис. тонн побутових і 13 тис. тонн промислових відходів. Щоб упоратися з таким обсягом, задіяна BigBelly – система, що управляє ефективною утилізацією відходів. Вона визначає, на яких вулицях найбільше накопичується сміття й чи встигають комунальні служби його забирати. Це дозволяє заощадити людські й матеріальні ресурси.

Канада. Торонто

Компанія Sidewalk Labs – «дочка» американського ІТ-гіганта Alphabet, що спеціалізується на інноваційному розвитку міст, – відмовилася від будівництва в Торонто «розумного» району Quayside. Про це говориться в повідомленні травня 2020 року її генерального директора Даніеля Доктороффа.

Причиною скасування проекту стала «безпрецедентна невизначеність, що охопила світову економіку й ринок нерухомості Торонто». Так, по даним Toronto Regional Real Estate Board, у квітні продажу житла в найбільшому місті Канади в порівнянні з тим же місяцем 2025 року впали на 67%.

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Проект Quayside був анонсований в 2017 році й споконвічно припускав забудову 77 га на березі озера Онтаріо.

У листопаді 2025 року влади Торонто скоротили його площа до 5 га. Повідомлялося, що причиною коректування стало невдоволення місцевих жителів, стурбованих планами компанії по зборі й використанню персональних даних.

2025: Рішення влади Торонто в 15 разів скоротити площа «розумного міста» Alphabet

Як стало відомо 7 листопада 2025 року, муніципальні чиновники, відповідальні за розвиток прибережних територій Торонто, прийняли рішення значно скоротити площа «розумного міста» Sidewalk Labs. Споконвічно «дочка»американського ІТ-гіганта Alphabet планувала освоїти близько 77 га на березі озера Онтаріо, однак одержала дозвіл лише на 5 га, пише The New York Times.

Холдинг Alphabet Inc, якому належить пошукова система Google, виграв в 2017 році конкурс на «інноваційний благоустрій» території на березі озера Онтаріо в канадському Торонто. Про це пише Тассо посиланням на Financial Times. Проект обійдеться компанії в 1 млрд дол. Ще 1,25 млрд виділять влади Торонто.

Пілотний проект «інноваційної облаштованості» буде реалізований на ділянці в 5 га з перспективою розширення до 323 га (3,2 кв. км). Тут, зокрема, з'явиться безпілотний суспільний транспорт, адаптивні світлофори, роботи-кур'єри й енергоефективні, але доступні за вартістю модульні будинки.

Точні строки реалізації проекту поки невідомі. Їх визначать на початковому етапі планування й тестування технологій. Витрати на ці мети складуть 50 млн дол.

Катар. Доха

2 березня 2017 року компанія Orange Business Services повідомила про багатомільйонний контракт, що вона уклала з компанією MEEZA на створення

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

«розумних сервісів» і застосунків для району Мшейреб (Msheireb) у Досі. У районі Мшейреб реалізується проект «розумного міста». Передбачається, що в результаті реконструкції району там буде працювати більше 500 тис. датчиків, підключених і керованих набором застосунків. Докладніше про проект дивитися – Meeza почала проект створення «розумного міста».

ОАЕ. Абу-дабі

11 грудня 2018 року компанія Software AG оголосила про завершення широкомасштабного проекту «Розумне місто», що виконувався разом з партнером – компанією Technology Strategies Middle East (TSME). Місцем реалізації проекту стало місто Абу-дабі – столиця Об'єднаних Арабських Еміратів, а в якості базової IoT-платформи була обрана платформа Cumulocity IoT.

Нідерланди

У квітні 2014 року Нідерланди як експеримент створили ділянку дороги довжиною близько 500 метрів, що, за словами розроблювачів, став прототипом автостради нового покоління. Особливістю автостради стали світлодіодні лампи, які заражаються за допомогою мініатюрних сонячних батарей, установлених прямо на дорозі, і спеціальних «вітряків». Такий спосіб організації освітлення рятує дорожні служби від необхідності тягти електричні кабелі до опор. При цьому лампи загораються тільки в момент наближення автомобілів, а в інший час – горять із мінімальною потужністю. [13]

Крім світлодіодних ламп, на дорозі використовується спеціальна розмітка, що виконана за допомогою флуоресцентної фарби. Це дозволяє їй «заряджатися» від денного світла й світитися протягом всієї ночі. На узбіччях розроблювачі намалювали спеціальні сніжинки, які починають світитися при низькій температурі, що дозволяє проінформувати водіїв про ожеледь.

Амстердам, Нідерланди

Інноваційна програма міста «підключення транспортних засобів до мережі» дозволяє електромобілям подавати надлишок енергії назад у

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

муніципальну мережу в періоди пікового навантаження, фактично перетворюючи тисячі автомобілів на мобільні акумуляторні батареї.

Інфраструктура розумної мережі Амстердама контролює споживання енергії в житловому та комерційному секторах у режимі реального часу, що дозволяє динамічно встановлювати ціни та балансувати навантаження.

Місто зобов'язалося досягти повної вуглецевої нейтральності до 2050 року, при цьому відновлювана енергія становитиме дедалі значнішу частку його енергетичного балансу завдяки морським вітровим електростанціям та сонячним установкам, інтегрованим у нові забудови.

Копенгаген, Данія

Переваги Копенгагена як розумного міста значною мірою базуються на його провідній у світі мережі централізованого теплопостачання , яка забезпечує 98% міста гарячою водою та опаленням через взаємопов'язану систему трубопроводів.

Ця інфраструктура вловлює відпрацьоване тепло від виробництва електроенергії та промислових процесів, що значно зменшує втрати енергії.

Місто використовує складні датчики та алгоритми штучного інтелекту для прогнозування потреб в опаленні на основі погодних умов, даних про заповненість та історичного споживання, оптимізуючи розподіл енергії по мережі.

Прагнення Копенгагена стати першою у світі вуглецево-нейтральною столицею до 2025 року сприяло широкій інтеграції вітрової енергії, енергії біомаси та інноваційних рішень для акумулювання тепла, які балансують попит і пропозицію протягом добових та сезонних циклів.

Сінгапур

Незважаючи на обмежену площу землі та природні ресурси, місто-держава Сінгапур стало світовим лідером у сфері міської стійкості завдяки своїм амбітним програмам сонячної енергетики, особливо в житлових масивах державного житлового фонду, де проживає більшість сінгапурців.

Інфраструктура розумної мережі Сінгапуру включає в себе передові системи обліку, реагування на попит та накопичувачі енергії, які керують переривчастим характером сонячної генерації.

Управління енергетичного ринку міста також запровадило регуляторні рамки, що дозволяють торгівлю енергією між рівними платформами в житлових масивах, створюючи локалізовані енергетичні ринки, що стимулюють ефективність та впровадження відновлюваних джерел енергії.

Барселона, Іспанія

Каталонська столиця Барселона у 21 столітті прийняла цифрову трансформацію, приділяючи особливу увагу енергоефективним державним послугам.

Інтелектуальна мережа вуличного освітлення міста використовує датчики руху та адаптивне керування, які регулюють яскравість залежно від активності пішоходів та транспортних засобів, зменшуючи споживання електроенергії приблизно на 30%.

Окрім освітлення, Барселона встановила тисячі датчиків Інтернету речей по всьому місту для моніторингу якості повітря, рівня шуму, потоку транспорту та споживання енергії в громадських будівлях. Ці дані надходять до централізованих платформ управління, які дозволяють приймати політичні рішення на основі фактичних даних та оптимізувати роботу.

Міська програма «Суперквартали» перепроєктовує райони, надаючи пріоритет пішоходам та велосипедистам, зменшуючи споживання енергії, пов'язане з транспортом, а також покращуючи умови проживання.

Осло, Норвегія

Осло, мабуть, є найуспішнішим у світі прикладом впровадження електромобілів.

Понад 30% транспортних засобів у столиці Норвегії зараз електричні, що підтримується розгалуженою зарядною інфраструктурою міста та щедрими стимулами.

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Осло отримує величезну вигоду від яernih гідроенергетичних ресурсів Норвегії, а це означає, що всі електромобілі працюють на електроенергії практично без викидів вуглецю.

Команда міської адміністрації встановила інтелектуальні системи заряджання, які заохочують заряджання поза піковими годинами, коли виробництво відновлюваної енергії є найвищим, а споживання електроенергії з мережі найнижчим, що одночасно допомагає водіям і планеті.

Токіо, Японія

Стратегія розумного міста Токіо зосереджена на стійкості, ефективності та технологічних інноваціях. Після ядерної катастрофи на Фукусімі у 2011 році Токіо прискорив свої зобов'язання щодо використання розподілених енергетичних ресурсів та технологій розумних мереж.

Місто стало випробувальним майданчиком для технології водневих паливних елементів, де автобуси, будівлі та навіть цілі житлові комплекси включають водневі системи як частину ширшого бачення водневого суспільства Японії.

Інфраструктура розумної мережі Токіо використовує складні алгоритми прогнозування та моніторинг у режимі реального часу по всій своїй величезній столичній області, керуючи попитом мільйонів домогосподарств та підприємств.

Сан-Дієго, США

Сан-Дієго стало провідним розумним містом Північної Америки, особливо в плані енергетичних інновацій та модернізації енергосистеми.

План дій міста щодо клімату зобов'язується забезпечити 100% муніципальних підприємств відновлюваною енергією, що сприятиме широкому впровадженню сонячної енергії та інтеграції накопичувачів енергії.

Сан-Дієго є піонером у розробці технології мікромереж, встановивши стійкі розподілені енергетичні системи на критично важливих об'єктах, включаючи служби екстреної допомоги, водоочисні станції та громадські центри.

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Ці мікромережі можуть працювати незалежно під час перебоїв у електромережі, забезпечуючи безперервність основних послуг у надзвичайних ситуаціях.

Місто інвестувало понад 30 мільйонів доларів США в інтелектуальне вуличне освітлення, яке включає датчики для моніторингу навколишнього середовища, створюючи загальноміську платформу Інтернету речей.

Сеул, Південна Корея

Перетворення Сеула на розумне місто – чудовий приклад того, як навіть найгустонаселеніші мегаполіси можуть значно скоротити споживання енергії за допомогою правильного поєднання технологій та політики.

Сеульська енергетична корпорація керує інтегрованою платформою відновлюваної енергії, яка об'єднує понад 420 000 будівель, що дозволяє здійснювати моніторинг та оптимізацію використання енергії в режимі реального часу в житловому, комерційному та державному секторах.

Місто встановило сонячні панелі на тисячах громадських будівель, створило кооперативи з відновлюваної енергії, що дозволяє мешканцям інвестувати в місцеву генерацію та отримувати від неї вигоду, а також впровадило системи управління енергією районного масштабу в районах реконструкції.

Сеульська ініціатива «На одну атомну електростанцію менше» успішно зменшила попит на енергію, еквівалентний потужності одного ядерного реактора, завдяки підвищенню ефективності, впровадженню відновлюваних джерел енергії та програмам зміни поведінки.

Сондо, Південна Корея

Сонгдо, мабуть, найамбітніше у світі цілеспрямовано побудоване розумне місто, яке з самого початку розроблялося з урахуванням інтегрованої цифрової інфраструктури та стійких систем. Розташоване на рекультивованих землях поблизу Інчхона, будівництво запланованого міста розпочалося серйозно у 2003 році та, як очікується, буде завершено не раніше 2030 року.

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Завдяки передбачливості, Сонгдо зміг впровадити в будівництво технології виробництва відновлюваної енергії, інтелектуальні системи управління будівлями та заходи підвищення ефективності в масштабах усього району, які було б просто неможливо модернізувати в існуючому міському середовищі.

Мабуть, найінноваційнішою є пневматична система збору відходів Songdo, яка транспортує сміття підземними трубами до переробних підприємств, усуваючи споживання енергії та викиди, пов'язані з традиційними транспортними засобами для збору відходів.

Масдар-Сіті, ОАЕ

Масдар-Сіті – один із найрадикальніших експериментів зі сталого міського розвитку, коли-небудь розроблених.

Це вуглецево-нейтральне місто без відходів, яке повністю працює на відновлюваній енергії в самому серці пустелі Абу-Дабі.

Будівництво розпочалося у 2006 році, цей спеціально побудований комплекс використовує всі доступні технології для мінімізації споживання енергії та максимізації виробництва відновлюваної енергії.

Сонячна фотоелектрична електростанція потужністю 10 МВт забезпечує місто електроенергією, доповненою однією з найбільших сонячних установок на Близькому Сході.

Будівлі Масдар-Сіті поєднують у собі традиційні принципи дизайну Близького Сходу та передові матеріали, а це означає, що їх можна охолоджувати, використовуючи на 40% менше енергії, ніж традиційне будівництво.

У Масдарі розташована штаб-квартира Міжнародного агентства з відновлюваної енергії та численні компанії з чистих технологій, створюючи екосистему, де енергетичні інновації досліджуються та міцно інтегруються в саму структуру міста. Екстремальний клімат міста робить досягнення в енергоефективності ще більш вражаючими, пропонуючи уроки для міст у всьому світі, які стикаються з підвищенням температури.

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

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 Delphi 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 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 відладжувальник (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 зостаються доступними під час виконання програми, саме через це вносити зміни до коду можна прямо у процесі відлагодження.

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

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 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.

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

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 ІР-конвергенції для розумного міста.

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;

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-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

3 ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

3.1 Опис функціонування системи

У дослідженні Government Technology, за назвою «Еволюція розумних міст і підключених співтовариств» (Evolution of Smart Cities and Connected Communities), Азія була названа як глобальний лідер з розвитку «розумних» міст майбутнього [21] [22].

Ключові фактори

Два ключових фактори розвитку «розумних» міст, на думку авторів дослідження, – це ріст населення й триваюча глобальна урбанізація. Усе більше й більше людей вибирають міський спосіб життя, а тому спостерігається усе більше гостра необхідність в ефективності управління містами.

У дослідженні наводяться дані про те, що проекти смарт-міст вирости на 30% з 2023 до 2025 року. Так що самий час заглянути в майбутнє.

У той час як досить багато говорилося про прогнози небезпек «розумних» будинків, важливо також оцінити позитивні й негативні сторони «розумних» міст, особливо акцентувати своя увага на проблемах їхньої безпеки.

Чим вище рівень підключення, тим більше уразливостей

Завжди перша проблема для урядів, приватних компаній і громадськості, коли мова заходить про щось «розумному», – це, звичайно, хакери. Вони здатні завдати великої шкоди компаніям, а також зруйнувати життя звичайних людей.

Чи може хакер у майбутньому припинити роботу міської інфраструктури?

В 2025 році Цезар Церрудо з IOActive Labs провів амбіційний експеримент, щоб показати уразливість «розумного» міста перед хакерами.

Це небагато нагадало пограбування по-італійському або недавні інциденти з відеоіграми Watch Dogs компанії Ubisoft: Церрудо прогулювався по вулицях

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Вашингтона й «сканував» місцеві датчики трафіка, використовувані для організації дорожнього руху. Він виявив, що дані не були зашифровані, а рівень захисту був далекий від необхідного. Потім у лабораторії він зламав пристрої й заявив, що ними можна маніпулювати, щоб змінити роботу світлофорів, у результаті чого місто може зіткнутися з більшими проблемами, а люди потрапити в серйозні аварії.

Ці проблеми із трафіком можуть стати причиною реальних інцидентів, навіть зі смертельним результатом, у результаті яких будуть відбуватися нещасні випадки або буде утруднена робота швидкої допомоги, пожежних або поліції, які поспішають на терміновий виклик.

Компанія Sensys Networks, що обслуговує дані сенсори, відреагувала на заяви Церрудо й обвинуватила його в перебільшеннях, однак інформації про таку потенційну небезпеку було досить для того, щоб влади Вашингтона вирішили перевірити безпеку їхньої системи управління дорожнім рухом.

Добре, що дана уразливість була виявлена людиною, що намагається допомогти. Якби на його місці був зловмисник, то як він міг би використовувати дану інформацію? У майбутньому це питання все частіше й частіше прийде вирішувати органам влади й експертам по безпеці: смарт-місто з високим рівнем підключень підвищує ймовірність того, що хтось зміг би маніпулювати цілою інфраструктурою в тому випадку, якщо не буде забезпечений належний рівень безпеки.

Рух без водіїв

Підключені машини становлять найбільший інтерес, тому що вони є однієї з головних особливостей «розумних» міст у майбутньому. Якщо все зроблено правильно, то вони могли б щодня рятувати тисячі життів. Уявіть собі майбутнє, де люди оглядаються на автомобілі 21 століття й дивуються, як їхні предки могли піддавати людей небезпеці, дозволяючи їм вручну управляти автомобілями. Якщо видалити людський фактор з управління рухом, то тисячі жертв ДТП, що відбуваються щодня, можуть стати віддаленими спогадами. Звичайно, до такого

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

майбутнього ще дуже далеко. Тим часом існують серйозні ризики, з якими необхідно боротися. Раз хакери можуть проникнути в IoT-системи міської інфраструктури й викликати проблеми, то вони також можуть маніпулювати й чийм-небудь автомобілем, що перебуває в шляху, що може привести до реальної небезпеки в реальному часі. Наприклад, в 2025 році Fiat Chrysler довелося відкликати 1,4 мільйони автомобілів після того, як два дослідники Крис Валашек і Чарли Міллер виявили, що вони можуть віддалено відключати гальма в Jeep Cherokee і перехопити контроль над інформаційно-розважальною системою Uconnect, установленій в автомобілі.

Вражає інша історія: щось подібне було зроблено хакером, що зміг перехопити управління комерційним літаком, у результаті чого той змінив свій курс. Крис Робертс із One World Labs зумів перехопити контроль над літаком, коли він перебував на борті літака як пасажир, підключившись через кабель до Seat Electronic Box, що перебував у нього під сидінням, і тим самим проникнувши в розважальну систему літака.

Робертс заявив у ФБР, що він зламував літаки від 15 до 20 разів, і що він хотів тільки виявити уразливості, які могли б бути усунуті.

Безпека або контроль?

Застосунки «розумного» міста вже стали використовуватися для підвищення безпеки людей в усьому світі. Один із прикладів тому – ініціатива компанії NEC, що знизилася рівень автомобільних крадіжок у місті Тигрі (Аргентина). У Тигрі використовувався високоточний аналіз у режимі реального часу з технологією розпізнавання осіб для ідентифікації злочинців і навіть для виявлення підозрілого поведінки людей. «Міська система відеоспостереження» на 80% скоротила кількість крадіжок автомобілів у місті після того, як вона була впроваджена.

Звичайно, розпізнавання осіб може зробити мир набагато більше безпечним. Хоча отут є один нюанс. Які можливості ми хочемо передати в руки

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

органів влади? Wikileaks підкреслюють, що за останні кілька років питання онлайн-конфіденційності стали дуже актуальними, і отут є маса нюансів.

Існують політичні партії, які хочуть вирішити проблему онлайн-конфіденційності, але багато хто з них розглядають шифрування як інструмент, що більше необхідний для злочинців, ніж для того, щоб підвищити рівень безпеки людей при захисті від них. Чи варто жертвувати онлайн-конфіденційністю мільйонів звичайних людей для того, щоб мати можливість відслідковувати онлайн-активність злочинців і терористів? На це питання дуже складно відповісти, що й показала «битва» Тіма Кука й компанії Apple із ФБР. Тут є великі ризики. Хто саме буде мати доступ до величезного обсягу «цифрових слідів» звичайних людей з їхнім повсякденним життям, які будуть генеруватися в майбутньому? Як вони будуть використовувати ці дані?

Крім того, якщо в наші дні органи влади поведуться не зовсім сумлінно, зламуючи наші пристрої, а Інтернет дозволяє нам стати жертвою натиску цільової реклами, те як ми будемо захищати наші дані в майбутньому?

Розпізнавання осіб означає, що за нами постійно будуть стежити, як у випадку з беспілотниками, які вже використовуються для відеоконтролю – все це малює моторошні порівняння з Більшим братом Оруелла. Ці технології дозволяють створювати дані про нас без нашого дозволу, і ми не маємо ніякого контролю над ними.

Привабливість «розумних» міст

Підключені машини, які управляються без водія, відеоконтроль за допомогою технологій розпізнавання осіб..... Все це трохи страшаючі перспективи. Але яке слово тут ключове? Перспектива. Легко роздмухувати страхи із приводу майбутнього, переоцінивши переваги технологій, які з'являться. По даним недавньої редакційної статті в Chicago Tribune, – це одна з безпосередніх небезпек смарт-міст.

Немає сумнівів у тому, що ми живемо в неймовірно технологічне століття, і що зараз уже з'являються технології, які раніше жили тільки лише у фантазіях

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

людей. Хоча з іншої сторони в проекти «розумних» міст вкладаються мільярди доларів, і вони можуть відволікати від інших важливих питань, над якими варто задуматися. Прем'єр-міністр Індії Нарендра Моди, наприклад, вирішив витратити 18 мільярдів доларів США для підключення 250 000 сіл до Інтернету. Хоча в теж час, на думку Chicago Tribune, багато хто із цих сіл не мають нормальної питної води й стабільного електропостачання. Рішення цих проблем, безумовно, повинне бути більше пріоритетним питанням на порядку денному.

Єврокомісія, тим часом, недавно підрахувала, що впровадження 5G у Європі може обійтися в 56 мільярдів євро. Радують те, що прогнозовані соціально-економічні вигоди такого впровадження в найближчі 10 років складуть приблизно 113 мільярдів євро. Чи більші тут ризики? Урядам країн і громадських організацій треба все ретельно проаналізувати, щоб зрозуміти, чого більше принесуть ці технології: користі або шкоди.

Швидкий темп інновацій в ІТ і змін у суспільстві створив в ІТ-директорів в органах державного управління відчуття невідкладності й готовність експериментувати в рамках ініціатив «розумного міста» і відкритих даних, відзначає Gartner. Будучи правильно сплановані, ці устремління поставлять першопрохідників у держсекторі в самий центр ІТ-інновацій у суспільстві [23].

«Громадяни усе ширше використовують технології обробки персональних даних і соціальні мережі, щоб краще організувати своє життя, тому державні органи й комерційні організації нарощують свої інвестиції в ІТ-інфраструктуру й управління нею, – пише Ентоні Маллен (Anthony Mullen), директор дослідження Gartner. – Результатом є створення відкритих платформ, які дають можливість громадянам, групам людей і компаніям освоювати нове, краще взаємодіяти, і в остаточному підсумку надаючи корисні для них рішення, що задовольняють їхні потреби як жителів міста».

Як результат, Gartner прогнозує, що до 2027 року 50% жителів міст-мільйонерів будуть відчувати вигоду від програм «розумного міста», по власній волі надаючи свої персональні дані. Обсяг і розмаїтість даних, генеруємих

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

громадянами, будуть продовжувати рости як наслідок зростаючої поширеності споживчих пристроїв й інтернету речей. Громадяни будуть відчувати певні вигоди такого пасивного надання даних у результаті взаємодії держслужб і комерційних організацій. Однак у міру того, як це «гіпервзаємодія» (hyperconnectivity) набирає силу, громадяни будуть все виразніше усвідомлювати цінність цих даних про своє життя й будуть готові самі ділитися ними для добування корисного результату «у потрібний момент».

Цей процес надання даних прискорюється прагненням до ефективності й зручності. Так, одним з головних утруднень при взаємодії громадян з держслужбами є складність проходження через безліч інстанцій. Просте питання «чи маю я право голосувати?» може зажадати складних процедур, вивчення правил і відвідування багатьох вебсайтів.

Як результат, громадяни віддають перевагу діалоговим платформам, таким як віртуальний консультант або чат-бот, замість традиційних застосунків і вебсайтів. Держслужби також пристосовуються до цих змін. Приміром, Управління суспільної безпеки штату Юта дозволяє пройти іспит на права водія за допомогою Amazon Echo, а влади Сінгапуру в співробітництві з Microsoft ведуть роботу над проектом «розмовної платформи», маючи намір створити чат-боти для цілого ряду держпослуг.

Один з наслідків цього – швидко зростаючий обсяг генеруємих машиночитаних даних про те, як громадяни взаємодіють із держслужбами й службами свого міста, що створює величезну можливість розробити портали відкритих даних, які можуть підвищити ефективність, зручності для користувачів, просуваючи при цьому інновацію й приносячись дохід державним організаціям.

Портили відкритих даних у містах не є щось нове, але багато порталів сьогодні є машиночитаними лише в обмеженому ступені й тому мають обмежену комерційну цінність. Місто стає «розумним», коли дані збираються й

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

управляються так, що дозволяють надати коштовні потоки в реальному часі, а не просто ретроспективну статистику або звіти.

Деякі міста вже будують біржі даних, особливо у світлі зростаючих потоків від IoT. Одним із прикладів може служити Data Exchange Копенгагена, що вживає найперші кроки по «підключенню» городян до даних, надаючи доступ до міських даних по Мережі й набір інструментів («lenses»), щоб переглядати інформацію.

Наступний крок у побудові справжньої торговельної площадки – це надати й організувати ці дані так, щоб створити можливість їхнього комерційного використання. Gartner прогнозує, що до 2030 року 20% всіх органів місцевого самоврядування будуть одержувати дохід від «розширених» (value-added) відкритих даних через портали («ринки») даних. Ключ до монетизації – у тому, щоб автоматизувати й розширити користувальницький інтерфейс, давши можливість громадянам і комерційним клієнтам виявляти дані, виконувати їхню підготовку, виявляти закономірності й ділитися ними зі членами групи або в організації.

Користувачі будуть мати ряд опцій оплати за доступ до даних залежно від їхніх цілей. Звичайний городянин може просто брати участь у демократії даних і мати безкоштовний доступ у відповідь на надання власних даних, тоді як комерційне використання може зажадати поділитися доходом з розпорядником даних або покупки ліцензії на доступ до джерела доповнених даних.

У листопаді 2025 року Nokia оголосила про випуск стратегічного звіту «Сценарії розвитку інтелектуальних міст», у якому розглянуті передові практичні методики організації роботи інтелектуальних міст. Звіт описує конкретні кроки, які можуть почати міські адміністрації для успішної реалізації стратегій, використання яких дозволило керівництву інших міст розширити їхні інтелектуальні можливості, підвищити безпека й стійкість функціонування. Даний звіт, підготовлений за замовленням Nokia компанією Machina Research, постачальником стратегічних аналітичних даних про ринок систем для Інтернету

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

речей (IoT), складений за результатами первинних досліджень стратегій і досягнутих результатів 22 міст усього миру [24] [25].

Дослідження виявило значну розмаїтість стратегій організації інтелектуального міста, прийнятих у різних містах, однак дозволило визначити три основних шляхи, використовуваних для розширення інтелектуальних можливостей міст. Шлях, умовно називаний «якір», передбачає розгортання в місті одного застосунки для рішення найбільш гострої проблеми, такий як перевантаженість доріг, і потім додавання інших застосунків із часом. Шлях за назвою «платформа» полягає в створенні базової інфраструктури, необхідної для підтримки широкого ряду інтелектуальних застосунків і сервісів. На противагу цим підходам так звані «бета-міста» впроваджують у рамках пілотних проектів відразу кілька застосунків, щоб оцінити їхню ефективність перед прийняттям рішень про довгострокове впровадження.

У ході дослідження виявилися істотні розходження між містами, причому навіть тими, які впливають тому самому шляхи. Однак воно дозволило виявити ряд конкретних практик, які прийняті в успішних інтелектуальних містах і, очевидно, можуть бути однаково корисні для всіх. Зокрема:

В успішних містах застосовуються відкриті й прозорі правила, що регламентують використання даних (від яких залежить функціонування будь-якого інтелектуального міста) державними установами й сторонніми організаціями, як у рамках вільного обміну, так і за принципом монетизації для покриття витрат на управління даними.

Багато міст, що далеко просунулися на шляху створення інтелектуальних міських систем, неухильно прагнуть зробити інформаційні й комунікаційні технології (ІКТ) і інфраструктури IoT доступними для користувачів як із числа міської адміністрації, так і поза нею, і їм вдається уникнути розрізненості між інформаційними ресурсами різних департаментів.

Державним органам (і їхнім стороннім партнерам), що активно працюють над залученням городян до реалізації ініціатив по створенню інтелектуального

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

міста, удалося досягти дуже високої ефективності. Особливо це стосується ініціатив, де переваги найбільш очевидні, таких як створення інтелектуальних систем освітлення або інтелектуальних паркувань.

Інфраструктура інтелектуального міста повинна бути масштабованою, щоб передбачати можливість нарощування й розвитку відповідно до майбутніх потреб, і безпечною, щоб забезпечувати надійний захист даних державних органів і приватних осіб.

Міста, які як партнерів за технологіями вибрали компанії, здатні забезпечити необхідний масштаб інновацій і володіючи можливостями для інвестицій і досвідом рішення реальних прикладних завдань, поряд з відкритими технологічними платформами, що дозволяють уникнути залежності від конкретного постачальника, одержать максимальні переваги.

За прогнозами, до 2050 року в містах буде проживати 66% населення Землі, тому життєво важливо розробити стратегії, спрямовані на більше ефективне задоволення потреб їхнього зростаючого населення. У ході еволюції інтелектуальних міст незамінну роль зіграють інтелектуальні платформи ІКТ і ІоТ. Дослідження показало, що багато міст уже використовують дані технології, щоб оптимізувати інфраструктури й сервіси, приймати більше обґрунтовані рішення, стимулювати розвиток економіки й соціальних зв'язків, створювати більше безпечні й екологічно дружні співтовариства, розширюючи при цьому спектр суспільних послуг.

Ніхто не затверджує, що перетворити місто в інтелектуальний – просте завдання. Для цього має бути зробити безліч виборів. Технології й моделі бізнесу розвиваються стрімко, і це приводить до невизначеності в багатьох аспектах. Стандарти вже починають з'являтися, але їхнє створення ще дуже далеко від завершення. Тому простого способу забезпечити інтелектуальні можливості не існує. Однак є оптимальний шлях, якому необхідно проробити – з огляду на всі необхідні фактори, зберігаючи реалістичні очікування й бажання вчитися на досвіді інших. Це можуть бути інші міста, що вирішують ті ж проблеми, що й ви,

хоча й в іншому контексті. Це можуть бути й постачальники, що вже одержали деякий досвід, зокрема, в інших вертикально інтегрованих галузях. Це можуть бути й молоді компанії, які часто є прекрасними інноваторами. І насамперед, це самі городяни – ваші вірні помічники на цьому шляху.

3.2 Розробка структурної схеми

Технологія розумного міста досягла нового етапу зрілості у 2026 році, перейшовши від експериментальних ініціатив до повністю інтегрованих систем, що підтримують повсякденне життя. Міста по всьому світу зараз покладаються на підключені пристрої, автоматизовані робочі процеси та дані в режимі реального часу для покращення надання послуг та посилення залучення громади. Ці інновації допомагають урядам працювати ефективніше, швидше реагувати на потреби мешканців та планувати довгострокові покращення з більшою точністю.

За лаштунками ця трансформація запроваджує швидкозростаючу мережу пристроїв та програм. Муніципальні ІТ-команди тепер відповідають за підтримку тисяч розподілених компонентів, які повинні залишатися безпечними та онлайн-підключеними для безперебійного функціонування державних служб. Ця зростаюча залежність від цифрової інфраструктури є причиною того, що багато міст переосмислюють свої ІТ-операції та впроваджують сучасні платформи, які роблять управління більш передбачуваним та централізованим.

У наступних розділах розглядаються ключові технології, що рухають рух за розумні міста, та те, як вони змінюють місцеві державні послуги у 2026 році.

Пристрої Інтернету речей розширюють видимість по всьому місту

Інтернет речей продовжує бурхливо впроваджуватися в муніципальних департаментах. Міста розгортають підключені датчики для моніторингу заторів, споживання енергії вуличним освітленням, якості повітря, виявлення повеней та роботи громадського транспорту. Ці пристрої створюють потоки даних у режимі

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

реального часу, які допомагають установам розуміти, що відбувається в районах у будь-який момент.

Наприклад, адаптивні дорожні системи використовують датчики для коригування часу сигналізації на основі моделей заторів, створюючи більш плавні маршрути руху. Комунальні служби відстежують зміни потоку води та тиску, щоб виявити витoki, перш ніж вони перетворяться на дороговартісні перебої. Організації громадської безпеки використовують датчики навколишнього середовища для виявлення небезпечних умов, таких як підвищення рівня річок або підвищене забруднення.

Зі зростанням кількості розгортань ІТ-команди стикаються з викликами, які були рідкістю лише кілька років тому. Керування тисячами невеликих розподілених пристроїв вимагає чіткого відстеження запасів та послідовних політик обслуговування. Команди повинні забезпечити оновлення, роботу в мережі та працездатність кожної кінцевої точки. Ручні методи більше не масштабуються, тому міста отримують вигоду від автоматизованих каналів оновлення та централізованих панелей інструментів пристроїв. Уніфіковане подання допомагає персоналу швидко виявляти проблеми та ефективніше розподіляти ресурси.

Такі платформи підтримують цей перехід, надаючи ІТ-командам кращий огляд великих парків різноманітних пристроїв. Це допомагає містам підтримувати свою розумну інфраструктуру швидко реагуючим та надійним способом.

Штучний інтелект та автоматизація покращують послуги для мешканців

Системи на базі штучного інтелекту стали основним інструментом для покращення послуг для мешканців. Автоматизація пришвидшує рутинні процеси, такі як затвердження дозволів, класифікація документів та маршрутизація обслуговування клієнтів. Ці інструменти зменшують затримки та допомагають відділам зосередити увагу на завданнях з високим пріоритетом.

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Міста також використовують прогнознi алгоритми, щоб визначити, де може зрости попит на послуги. Відділи управління відходами аналізують дані датчиків рівня заповнення, щоб оптимізувати маршрути збору та зменшити споживання палива. Центри екстрених операцій визначають пріоритетність викликів на основі їхньої серйозності та наявності ресурсів. Служби громадського транспорту прогнозують затримки та надають пасажирам час прибуття з точністю до хвилини.

Автоматизація забезпечує очевидне підвищення ефективності, але також створює більшу залежність від фонового стану системи. Для правильного функціонування ці системи потребують стабільних кінцевих точок, безпечної інтеграції та послідовного встановлення патчів. Один застарілий пристрій або неправильно налаштований датчик може перервати автоматизовані робочі процеси та призвести до затримок у наданні послуг.

Для підтримки надійності ІТ-команди покладаються на автоматизовані скрипти, проактивні інструменти моніторингу та стандартизовані графіки оновлень. Ці можливості забезпечують функціональність інтелектуальних систем навіть за умови швидкого розширення інфраструктури.

Інтегровані платформи даних підтримують краще планування

Аналіз даних є центральним у тому, як міста розробляють довгострокові стратегії. Агентства поєднують інформацію з датчиків Інтернету речей, платформ громадської безпеки, транспортних мереж та порталів цифрових послуг, щоб зрозуміти тенденції та показники ефективності.

Наприклад, транспортні департаменти вивчають обсяги поїздок, щоб обґрунтувати нові транзитні лінії. Міські планувальники аналізують дані про пішоходів та велосипедистів, щоб розробити безпечнішу інфраструктуру мобільності. Поліцейські департаменти та служби екстреної допомоги аналізують схеми інцидентів, щоб покращити розподіл ресурсів. Екологічні агентства оцінюють дані датчиків, щоб відстежувати показники сталого розвитку та забезпечувати дотримання вимог.

Таке зростання прийняття рішень на основі даних вимагає надійних каналів звітності. Коли пристрої відключаються від мережі, дані стають неповними, що знижує точність загальноміської аналітики. Безперервний моніторинг та сповіщення в режимі реального часу допомагають муніципалітетам підтримувати здорові потоки даних, гарантуючи, що аналітика відображає фактичні умови.

На рівень часто посилаються в плануванні модернізації, оскільки надійне управління запасами та звітність підтримують якість даних, від якої зараз залежать міста.

Кібербезпека – основоположний пріоритет у 2026 році

Кіберзагрози, спрямовані проти місцевих органів влади, продовжують зростати у складності. У містах функціонує критично важлива інфраструктура, включаючи комунальні послуги, служби екстреної допомоги, системи громадського зв'язку, системи контролю будівель та мережі соціальних послуг. Одна вразливість може вплинути на тисячі мешканців.

Для зміцнення стійкості міста зосереджуються на:

- Послідовне, автоматизоване виправлення.
- Суворий контроль доступу.
- Моніторинг загроз у режимі реального часу.
- Сегментація пристроїв Інтернету речей.
- Робочі процеси швидкого реагування на інциденти.

Зростання Інтернету речей призводить до появи багатьох невеликих пристроїв, які можуть слугувати точками входу для зловмисників, якщо їх не керувати належним чином. ІТ-команди повинні підтримувати видимість кожної кінцевої точки, перевіряти конфігурації та швидко реагувати на сповіщення, що вказують на незвичну поведінку. Платформа, яка централізує активність пристроїв, стан виправлень та засоби контролю ідентифікації, допомагає зменшити ризики та забезпечує швидше відновлення у разі виникнення інцидентів. Вона виконує наступні функції:

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

- Комплексна інвентаризація пристроїв, яка відстежує традиційні кінцеві точки, пристрої Інтернету речей та польове обладнання.
- Автоматизоване встановлення виправлень для підтримки актуальності систем у різних операційних середовищах.
- Дистанційне керування через браузер, що зменшує потребу в усуненні несправностей на місці.
- Спеціальні сценарії, які допомагають містам стандартизувати технічне обслуговування у великих масштабах.
- Моніторинг та оповіщення в режимі реального часу, що покращує виявлення інцидентів та реагування на них.

Платформа допомагає зменшити операційні труднощі шляхом централізації управлінських робочих процесів. Це дозволяє ІТ-командам працювати ефективніше та підтримувати стабільність важливих державних послуг, оскільки середовище розумного міста продовжує розвиватися.

Інструменти залучення громадськості зміцнюють відносини з громадою

Технології розумних міст також покращують комунікацію між урядами та мешканцями. Міста використовують цифрові інформаційні панелі, мобільні додатки та платформи сповіщень для обміну оновленнями щодо затримок транспорту, негоди, якості води, громадських заходів та обслуговування інфраструктури.

Мешканці можуть подавати запити на послуги, повідомляти про проблеми та отримувати оновлення про хід робіт у режимі реального часу. Ці канали зміцнюють довіру та підвищують прозорість, особливо коли міста обмінюються даними, що підтримують політичні рішення або інвестиції в інфраструктуру.

Підтримка цих інструментів взаємодії вимагає стабільної роботи серверів, точного введення даних та надійної інтеграції з серверними системами. ІТ-команди повинні підтримувати постійну безперебійну роботу, щоб мешканці отримували точну та своєчасну інформацію.

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Сучасні платформи автоматизації та рішення для керування пристроями допомагають скоротити час простою та створити більш плавний цифровий досвід для громадськості.



Рисунок 3.1 – Структурна схема системи

Чому успіх розумного міста залежить від міцної ІТ-основи

Міста вступили в нову еру, де цифрова інфраструктура підтримує майже кожну функцію уряду. Розумні технології покращують безпеку, сталий розвиток, доступність та задоволеність громади. Однак цінність цих систем залежить від надійності базового ІТ-середовища.

Місцевим органам влади потрібні інструменти, які підтримують так функції, як:

- Масштабована автоматизація
- Централізована видимість кінцевих точок
- Кроссплатформені оновлення

- Аналітика в режимі реального часу
- Безпечне віддалене керування

Такі платформи, допомагають містам підтримувати міцну основу, одночасно масштабуючи цифрові можливості. Таке поєднання прозорості та автоматизації дозволяє ІТ-командам підтримувати нові ініціативи без перевантаження персоналу та збільшення операційних ризиків.

Інновації у сфері розумного міста продовжуватимуть зростати, але надійні ІТ-операції гарантують, що ці системи надаватимуть довгострокову цінність мешканцям.

3.3 Розробка функціональної схеми

Функціональна структура розробленої мережі складається з наступних блоків, як взаємодіють з блоком функцій LCN:

- блок функцій, які відповідають за ручне управління інтелектуальним домом, тобто дозволяють через розроблене програмне забезпечення за допомогою пультів, або персонального комп'ютера управляти усіма блоками інтелектуального дому;
- блок функцій, які відповідають за роботу з мультимедіа, тобто дозволяють по локальній мережі всередині будинку передавати дані на різного виду кінцеві пристрої (плазменний телевізор, сенсорні панелі й т.ін.);
- блок функцій, які відповідають за безпеку, що дозволяє в автоматичному режимі знімати дані з датчиків і по мережі передавати їх до охоронного сервера, що приймає рішення, яку функцію виконати;
- блок функцій, які відповідають за автоматизацію, що дозволяють незалежно від людини виконувати роботи по підтримці дому у належному стані, тобто сервер автоматизації приймає рішення включати той або інший прибор.

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

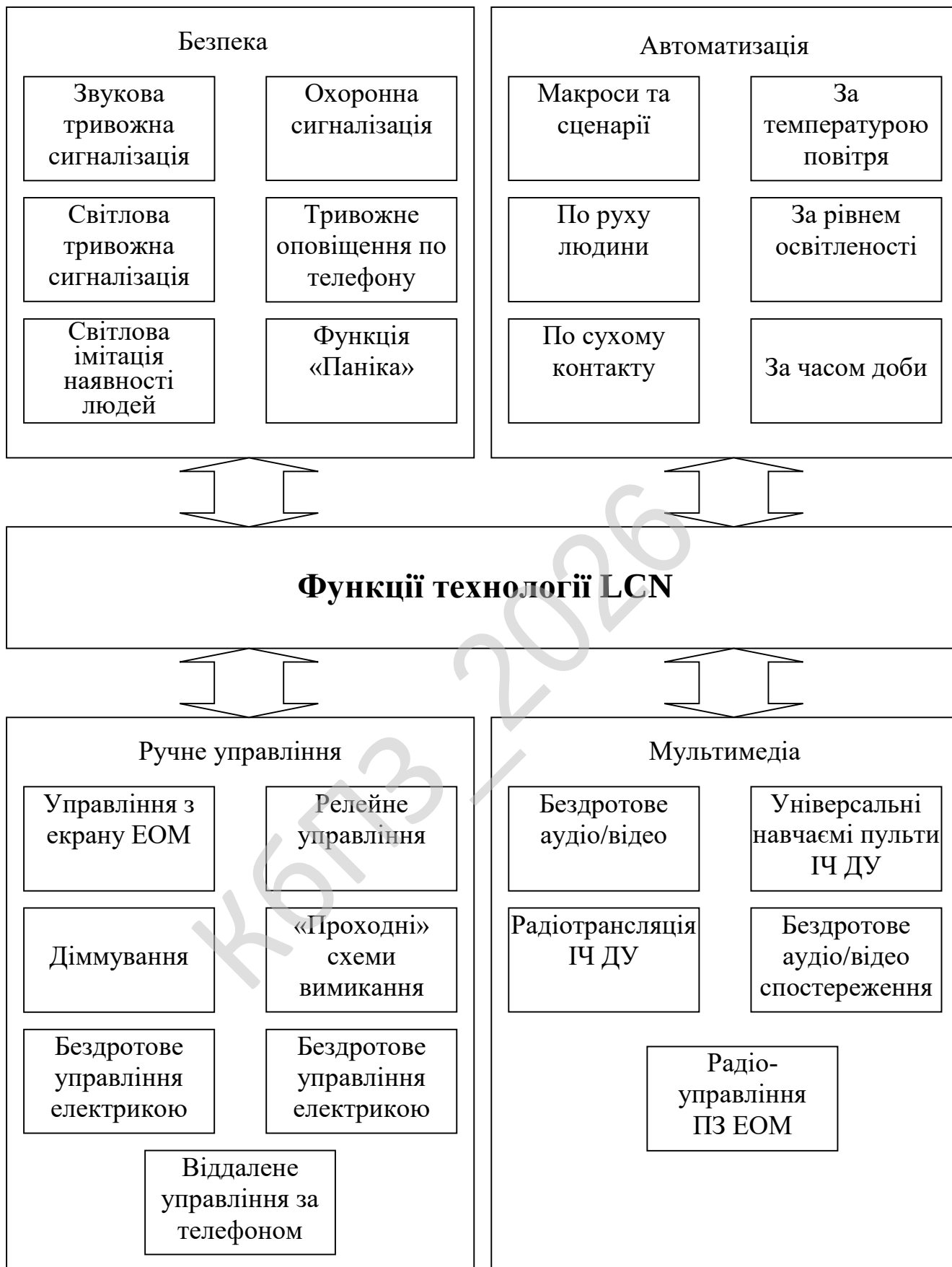


Рисунок 3.2 – Функціональна схема системи

Блок функцій, які відповідають за ручне управління інтелектуальним домом включає в себе наступні функціональні блоки:

- управління з екрану ЕОМ;
- релейне управління;
- диммування;
- «проходні» схеми вимикання;
- бездротове управління електрикою;
- для аудіо/відео та світла один пульт ДУ;
- віддалене управління за телефоном.

Блок функцій, які відповідають за роботу з мультимедіа, включає в себе наступні функціональні блоки:

- бездротове аудіо/відео;
- універсальні навчаємі пульти ІЧ ДУ;
- радіотрансляція ІЧ ДУ;
- бездротове аудіо/відео спостереження;
- радіоуправління ПЗ ЕОМ.

Блок функцій, які відповідають за безпеку, включає в себе наступні функціональні блоки:

- звукова тривожна сигналізація;
- охоронна сигналізація;
- світлова тривожна сигналізація;
- тривожне оповіщення по телефону;
- світлова імітація наявності людей;
- функція «Паніка».

Блок функцій, які відповідають за автоматизацію, включає в себе наступні функціональні блоки:

- макроси та сценарії;
- за температурою повітря;
- по руху людини;

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

- за рівнем освітленості;
- по сухому контакту;
- за часом доби.

Розглянувши усі блоки функціональної схеми перейдемо до розгляду діаграми взаємодії процесів, які відбуваються у системі.

3.4 Розробка діаграми процесів

Діаграма взаємодії процесів системи, розробленої у результаті виконання дипломного проектування, наведена на рисунку 3.3.

Першим процесом, який завантажується у системі є процес ввімкнення системи LCN.

Він взаємодіє з наступними процесами:

- Процес управління пристроями будинку.
- Процес читання показів пристроїв.

Процес управління пристроями будинку взаємодіє з наступними процесами:

- Процес управління освітленням.
- Процес управління системою водопостачання.
- Процес управління телефоном.
- Процес управління домашнім кінотеатром.
- Процес управління системою безпеки.
- Процес управління кліматом.
- Процес управління системою водопостачання.

Процес управління системою безпеки взаємодіє з наступними процесами:

- Процес блокування/відкриття входних дверей.
- Процес охорони та пожежної сигналізації.
- Процес відеоспостереження.

Процес управління кліматом взаємодіє з наступними процесами:

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

- Процес управління опаленням.
- Процес управління кондиціонером.



Рисунок 3.3 – Діаграма процесів системи

Процес читання показів пристроїв взаємодіє з наступними процесами:

- Процес показу температури.
- Процес показу вологості.
- Процес поточного стану пристроїв.
- Процес повідомлення системи безпеки.

Таким чином, розглянувши опис системи, структурну, функціональну схеми системи, та діаграму взаємодії процесів перейдемо до опису блок-схем основної програми, та підпрограм, які використовуються, для реалізації системи.

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 наведено блок-схему основної програми. Її робота складається з виконання наступних кроків.

Спершу відбувається виведення основного вікна програми. Після цього запускається ряд вкладень, які дозволяють керувати тим, або іншим елементом інтелектуального дому.

Якщо обрано управління освітленням, тоді виконуються наступні дії:

- Визначається поточний стан освітлення.
- Виводиться поточний стан освітлення.
- Відбувається управління освітленням та його яскравістю.

Якщо обрано управління водопостачанням, тоді виконуються наступні дії:

- Визначається поточний стан водопостачання.
- Виводиться поточний стан водопостачання.
- Відбувається управління системою контролю протікання води, клапанами холодної та гарячої води.

Якщо обрано управління газопостачанням, тоді виконуються наступні дії:

- Визначається поточний стан газопостачання.
- Виводиться поточний стан газопостачання.
- Відбувається управління системою витоку газу та системою виявлення диму.

Якщо обрано управління кліматом, тоді виконуються наступні дії:

- Визначається поточний стан температури та вологості.
- Виводиться поточний стан температури та вологості.

– Відбувається управління опаленням, кондиціонерами та жалюзі на вікнах.

Якщо обрано управління телефонним зв'язком, тоді виконуються наступні дії:

- Визначається поточний стан телефонного зв'язку.
- Виводиться поточний стан телефонного зв'язку.
- Відбувається управління телефоном та автовідповідачем.

Якщо обрано управління домашнім кінотеатром, тоді виконуються наступні дії:

- Відбувається управління домашнім кінотеатром.

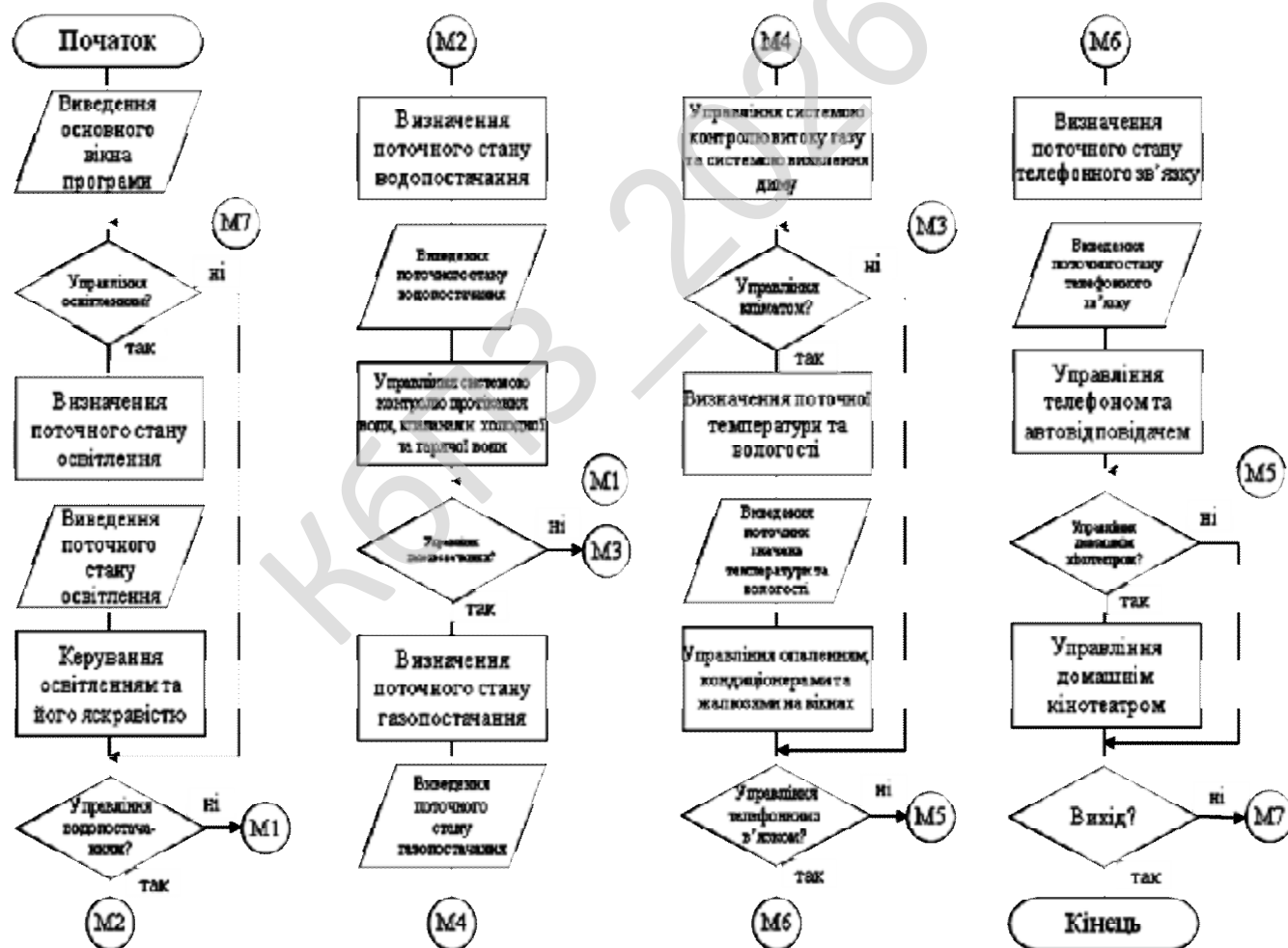


Рисунок 4.1 – Блок-схема роботи основної програми

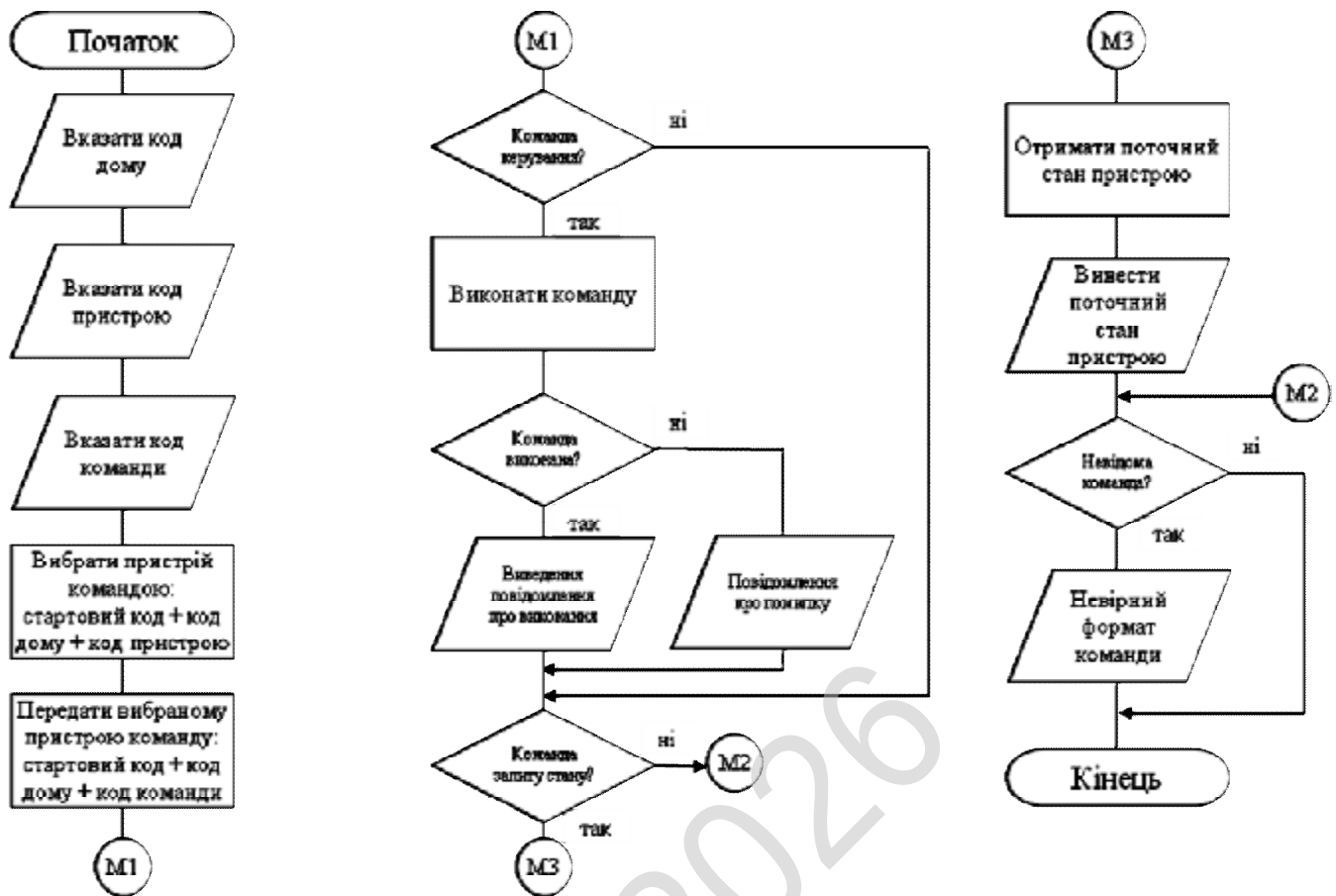


Рисунок 4.2 – Блок-схема роботи підпрограми управління пристроями інтелектуального будинку

На рисунку 4.2 зображено блок-схему роботи підпрограми управління пристроями інтелектуального будинку. Вона працює наступним чином.

Спершу послідовно вказується код дому, код пристрою, код команди.

Після цього обирається пристрій командою: стартовий код + код дому + код пристрою.

Передається обраному пристрою команда: стартовий код + код дому + код пристрою.

Далі визначається тип команди.

Якщо команда управління, тоді виконуються наступні дії:

– Виконується команда.

– Якщо команда виконалася, тоді виводиться повідомлення про

виконання. У іншому випадку виводиться повідомлення про помилку.

Якщо запускається команда запиту стану, тоді виконуються наступні дії:

- Отримується поточний стан пристрою.
- Виводиться поточний стан пристрою.

Якщо ж команда невідома, тоді виводиться повідомлення про те, що невірний формат команди.

Наведемо код головної програми.

```
USEFORM("main.cpp", Form_main); // Головне вікно
USEFORM("about.cpp", Form_about); // Вікно даних про розробника
USEFORM("light.cpp", Form_light); // Вікно управління світлом
USEFORM("water.cpp", Form_water); // Вікно управління водою
USEFORM("gas.cpp", Form_gas); // Вікно управління газом
USEFORM("security.cpp", Form_security); // Вікно управління захистними системами
USEFORM("climate.cpp", Form_climate); // Вікно управління кліматом
USEFORM("phone.cpp", Form_phone); // Вікно управління телефонією
USEFORM("tv.cpp", Form_tv); // Вікно управління телевізорами
//-----
WINAPI WinMain(HINSTANCE, HINSTANCE, LPSTR, int)
{
    try
    {
        Application->Initialize();
        // Створення головної форми
        Application->CreateForm(__classid(TForm_main), &Form_main);
        // Створення форми даних про розробника
        Application->CreateForm(__classid(TForm_about), &Form_about);
        // Створення форми управління світлом
        Application->CreateForm(__classid(TForm_light), &Form_light);
        // Створення форми управління водою
        Application->CreateForm(__classid(TForm_water), &Form_water);
        // Створення форми управління газом
        Application->CreateForm(__classid(TForm_gas), &Form_gas);
        // Створення форми управління захистними системами
        Application->CreateForm(__classid(TForm_security), &Form_security);
        // Створення форми управління кліматом
        Application->CreateForm(__classid(TForm_climate), &Form_climate);
        // Створення форми управління телефонією
        Application->CreateForm(__classid(TForm_phone), &Form_phone);
        // Створення форми управління телевізорами
```

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

```

        Application->CreateForm(__classid(TForm_tv), &Form_tv);
        // Сворення форми запуску проекту
        Application->Run();
    }
    catch (Exception &exception)
    {
        Application->ShowException(&exception);
    }
    catch (...)
    {
        try
        {
            throw Exception("");
        }
        catch (Exception &exception)
        {
            Application->ShowException(&exception);
        }
    }
    return 0;
}

//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)
{

```

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

```

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

```

Наведемо частину коду підпрограми управління освітленням.

```

//ввімкнення ліхтаря біля входу в будинок з вказаною яскравістю
void __fastcall TForm_light::torch_onClick(TObject *Sender)
{
torch->Caption="Ввімкнено";
Image_torch_on->Visible=true;
Image_torch_off->Visible=false;
TrackBar_torch->Enabled=true;
ClientSocket->Send_LCN_Command(0,1,18,1); //0-код будинку; 1-код пристрою, що керує
ліхтарем; 18-код команди "on"; 1-кількість повторних надсилення команди
ClientSocket->SendLeviton_LCN_(0,1,TrackBar_torch->Position); //встановлення
яскравості, вказаної користувачем за допомогою TrackBar-у
}
//-----

```

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

```

//вимкнення ліхтаря біля входу в будинок
void __fastcall TForm_light::torch_offClick(TObject *Sender)
{
    torch->Caption="Вимкнено";
    Image_torch_off->Visible=true;
    Image_torch_on->Visible=false;
    TrackBar_torch->Enabled=false;
    ClientSocket->Send_LCN_Command(0,1,19,1); //0-код будинку; 1-код пристрою, що керує
    ліхтарем; 19-код команди "off"; 1-кількість повторних надсилань команди
}
//-----
//ввімкнення світла в коридорі з вказаною яскравістю
void __fastcall TForm_light::corridor_onClick(TObject *Sender)
{
    corridor->Caption="Ввімкнено";
    Image_corridor_on->Visible=true;
    Image_corridor_off->Visible=false;
    TrackBar_corridor->Enabled=true;
    ClientSocket->Send_LCN_Command(0,2,18,1);
    ClientSocket->SendLeviton_LCN_(0,2,TrackBar_corridor->Position);
}
//-----
//ввімкнення світла у вітальні з вказаною яскравістю
void __fastcall TForm_light::drawing_room_onClick(TObject *Sender)
{
    drawing_room->Caption="Ввімкнено";
    Image_drawing_room_on->Visible=true;
    Image_drawing_room_off->Visible=false;
    TrackBar_drawing_room->Enabled=true;
    ClientSocket->Send_LCN_Command(0,3,18,1);
    ClientSocket->SendLeviton_LCN_(0,3,TrackBar_drawing_room->Position);
}
//-----
//ввімкнення світла на кухні з вказаною яскравістю
void __fastcall TForm_light::kitchen_onClick(TObject *Sender)
{
    kitchen->Caption="Ввімкнено";
    Image_kitchen_on->Visible=true;
    Image_kitchen_off->Visible=false;
    TrackBar_kitchen->Enabled=true;
    ClientSocket->Send_LCN_Command(0,4,18,1);
}

```

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

```

ClientSocket->SendLeviton_LCN_(0,4,TrackBar_kitchen->Position);
}
//-----
//ввімкнення світла в кабінеті з вказаною яскравістю
void __fastcall TForm_light::cabinet_onClick(TObject *Sender)
{
cabinet->Caption="Ввімкнено";
Image_cabinet_on->Visible=true;
Image_cabinet_off->Visible=false;
TrackBar_cabinet->Enabled=true;
ClientSocket->Send_LCN_Command(0,5,18,1);
ClientSocket->SendLeviton_LCN_(0,5,TrackBar_cabinet->Position);
}
//-----
//ввімкнення світла у спальні з вказаною яскравістю
void __fastcall TForm_light::bedroom_onClick(TObject *Sender)
{
bedroom->Caption="Ввімкнено";
Image_bedroom_on->Visible=true;
Image_bedroom_off->Visible=false;
TrackBar_bedroom->Enabled=true;
ClientSocket->Send_LCN_Command(0,6,18,1);
ClientSocket->SendLeviton_LCN_(0,6,TrackBar_bedroom->Position);
}
//-----
//ввімкнення світла в дитячій кімнаті з вказаною яскравістю
void __fastcall TForm_light::baby_room_onClick(TObject *Sender)
{
baby_room->Caption="Ввімкнено";
Image_baby_room_on->Visible=true;
Image_baby_room_off->Visible=false;
TrackBar_baby_room->Enabled=true;
ClientSocket->Send_LCN_Command(0,7,18,1);
ClientSocket->SendLeviton_LCN_(0,7,TrackBar_baby_room->Position);
}
//-----
//ввімкнення світла у ванній кімнаті з вказаною яскравістю
void __fastcall TForm_light::bathroom_onClick(TObject *Sender)
{
bathroom->Caption="Ввімкнено";
Image_bathroom_on->Visible=true;
Image_bathroom_off->Visible=false;

```

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

```

TrackBar_bathroom->Enabled=true;
ClientSocket->Send_LCN_Command(0,8,18,1);
ClientSocket->SendLeviton_LCN_(0,8,TrackBar_bathroom->Position);
}
//-----
//вимкнення світла в коридорі
void __fastcall TForm_light::corridor_offClick(TObject *Sender)
{
corridor->Caption="Вимкнено";
Image_corridor_off->Visible=true;
Image_corridor_on->Visible=false;
TrackBar_corridor->Enabled=false;
ClientSocket->Send_LCN_Command(0,2,19,1);
}
//-----
//вимкнення світла у вітальні
void __fastcall TForm_light::drawing_room_offClick(TObject *Sender)
{
drawing_room->Caption="Вимкнено";
Image_drawing_room_off->Visible=true;
Image_drawing_room_on->Visible=false;
TrackBar_drawing_room->Enabled=false;
ClientSocket->Send_LCN_Command(0,3,19,1);
}
//-----
//вимкнення світла на кухні
void __fastcall TForm_light::kitchen_offClick(TObject *Sender)
{
kitchen->Caption="Вимкнено";
Image_kitchen_off->Visible=true;
Image_kitchen_on->Visible=false;
TrackBar_kitchen->Enabled=false;
ClientSocket->Send_LCN_Command(0,4,19,1);
}
//-----
//вимкнення світла в кабінеті
void __fastcall TForm_light::cabinet_offClick(TObject *Sender)
{
cabinet->Caption="Вимкнено";
Image_cabinet_off->Visible=true;
Image_cabinet_on->Visible=false;
TrackBar_cabinet->Enabled=false;
}

```

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

```

ClientSocket->Send_LCN_Command(0,5,19,1);
}
//-----
//вимкнення світла у спальні
void __fastcall TForm_light::bedroom_offClick(TObject *Sender)
{
    bedroom->Caption="Вимкнено";
    Image_bedroom_off->Visible=true;
    Image_bedroom_on->Visible=false;
    TrackBar_bedroom->Enabled=false;
    ClientSocket->Send_LCN_Command(0,6,19,1);
}
//-----
//вимкнення світла у дитячій кімнаті
void __fastcall TForm_light::baby_room_offClick(TObject *Sender)
{
    baby_room->Caption="Вимкнено";
    Image_baby_room_off->Visible=true;
    Image_baby_room_on->Visible=false;
    TrackBar_baby_room->Enabled=false;
    ClientSocket->Send_LCN_Command(0,7,19,1);
}
//-----
//вимкнення світла у ванній кімнаті
void __fastcall TForm_light::bathroom_offClick(TObject *Sender)
{
    bathroom->Caption="Вимкнено";
    Image_bathroom_off->Visible=true;
    Image_bathroom_on->Visible=false;
    TrackBar_bathroom->Enabled=false;
    ClientSocket->Send_LCN_Command(0,8,19,1);
}
//-----
//ввимкнення світла скрізь
void __fastcall TForm_light::Button18Click(TObject *Sender)
{
    torch->Caption="Ввимкнено";
    Image_torch_on->Visible=true;
    Image_torch_off->Visible=false;
    ClientSocket->Send_LCN_Command(0,1,18,1);
    ClientSocket->SendLeviton_LCN_(0,1,TrackBar_torch->Position);
    corridor->Caption="Ввимкнено";
}

```

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

```

Image_corridor_on->Visible=true;
Image_corridor_off->Visible=false;
ClientSocket->Send_LCN_Command(0,2,18,1);
ClientSocket->SendLeviton_LCN_(0,2,TrackBar_corridor->Position);
drawing_room->Caption="Вімкнено";
Image_drawing_room_on->Visible=true;
Image_drawing_room_off->Visible=false;
ClientSocket->Send_LCN_Command(0,3,18,1);
ClientSocket->SendLeviton_LCN_(0,3,TrackBar_drawing_room->Position);
kitchen->Caption="Вімкнено";
Image_kitchen_on->Visible=true;
Image_kitchen_off->Visible=false;
ClientSocket->Send_LCN_Command(0,4,18,1);
ClientSocket->SendLeviton_LCN_(0,4,TrackBar_kitchen->Position);
cabinet->Caption="Вімкнено";
Image_cabinet_on->Visible=true;
Image_cabinet_off->Visible=false;
ClientSocket->Send_LCN_Command(0,5,18,1);
ClientSocket->SendLeviton_LCN_(0,5,TrackBar_cabinet->Position);
bedroom->Caption="Вімкнено";
Image_bedroom_on->Visible=true;
Image_bedroom_off->Visible=false;
ClientSocket->Send_LCN_Command(0,6,18,1);
ClientSocket->SendLeviton_LCN_(0,6,TrackBar_bedroom->Position);
baby_room->Caption="Вімкнено";
Image_baby_room_on->Visible=true;
Image_baby_room_off->Visible=false;
ClientSocket->Send_LCN_Command(0,7,18,1);
ClientSocket->SendLeviton_LCN_(0,7,TrackBar_baby_room->Position);
bathroom->Caption="Вімкнено";
Image_bathroom_on->Visible=true;
Image_bathroom_off->Visible=false;
ClientSocket->Send_LCN_Command(0,8,18,1);
ClientSocket->SendLeviton_LCN_(0,8,TrackBar_bathroom->Position);
TrackBar_torch->Enabled=true;
TrackBar_bedroom->Enabled=true;
TrackBar_corridor->Enabled=true;
TrackBar_drawing_room->Enabled=true;
TrackBar_kitchen->Enabled=true;
TrackBar_cabinet->Enabled=true;
TrackBar_baby_room->Enabled=true;
TrackBar_bathroom->Enabled=true;

```

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

```

}
//-----
//вимкнення світла скрізь
void __fastcall TForm_light::Button17Click(TObject *Sender)
{
torch->Caption="Вимкнено";
Image_torch_off->Visible=true;
Image_torch_on->Visible=false;
ClientSocket->Send_LCN_Command(0,1,19,1);
corridor->Caption="Вимкнено";
Image_corridor_off->Visible=true;
Image_corridor_on->Visible=false;
ClientSocket->Send_LCN_Command(0,2,19,1);
drawing_room->Caption="Вимкнено";
Image_drawing_room_off->Visible=true;
Image_drawing_room_on->Visible=false;
ClientSocket->Send_LCN_Command(0,3,19,1);
kitchen->Caption="Вимкнено";
Image_kitchen_off->Visible=true;
Image_kitchen_on->Visible=false;
ClientSocket->Send_LCN_Command(0,4,19,1);
cabinet->Caption="Вимкнено";
Image_cabinet_off->Visible=true;
Image_cabinet_on->Visible=false;
ClientSocket->Send_LCN_Command(0,5,19,1);
bedroom->Caption="Вимкнено";
Image_bedroom_off->Visible=true;
Image_bedroom_on->Visible=false;
ClientSocket->Send_LCN_Command(0,6,19,1);
baby_room->Caption="Вимкнено";
Image_baby_room_off->Visible=true;
Image_baby_room_on->Visible=false;
ClientSocket->Send_LCN_Command(0,7,19,1);
bathroom->Caption="Вимкнено";
Image_bathroom_off->Visible=true;
Image_bathroom_on->Visible=false;
ClientSocket->Send_LCN_Command(0,8,19,1);
TrackBar_torch->Enabled=false;
TrackBar_bedroom->Enabled=false;
TrackBar_corridor->Enabled=false;
TrackBar_drawing_room->Enabled=false;
TrackBar_kitchen->Enabled=false;

```

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

```

TrackBar_cabinet->Enabled=false;
TrackBar_baby_room->Enabled=false;
TrackBar_bathroom->Enabled=false;
}
//-----
//імітація присутності господарів
//ввімкнення та вимкнення світла випадковим чином
void __fastcall TForm_light::Button1Click(TObject *Sender)
{
if(Button1->Caption=="Імітація присутності")
{
Timer1->Enabled=true;      //затуск таймеру, що запрограмований на імітацію
присутності
Button1->Caption=="Вимкнути імітацію"
}
else
{
Timer1->Enabled=false;      //зупинтка таймеру
Button1->Caption=="Імітація присутності"
}
}
//-----
//таймер, запрограмований на імітацію присутності
void __fastcall TForm_light::Timer1Timer(TObject *Sender)
{
int x, y;
randomize();
x=random (6)+2; //генерація випадкового номера лампи в діапазоні 2-8
ClientSocket->Send_LCN_Command(0,x,18,1);
y=random (6)+2;
ClientSocket->Send_LCN_Command(0,y,19,1);
}
//-----
void __fastcall TForm_light::brightnessTimer(TObject *Sender)
{
//зміна яскравості
}
//-----
//зміна яскравості ліхтаря
void __fastcall TForm_light::TrackBar_torchChange(TObject *Sender)
{
ClientSocket->SendLeviton_LCN_(0,1,TrackBar_torch->Position);
}

```

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

```

}
//-----
//зміна яскравості освітлення коридору
void __fastcall TForm_light::TrackBar_corridorChange(TObject *Sender)
{
ClientSocket->SendLeviton_LCN_(0,2,TrackBar_corridor->Position);
}
//-----
//зміна яскравості освітлення вітальні
void __fastcall TForm_light::TrackBar_drawing_roomChange(TObject *Sender)
{
ClientSocket->SendLeviton_LCN_(0,2,TrackBar_drawing_room->Position);
}
//-----
//зміна яскравості освітлення кухні
void __fastcall TForm_light::TrackBar_kitchenChange(TObject *Sender)
{
ClientSocket->SendLeviton_LCN_(0,2,TrackBar_kitchen->Position);
}
//-----
//зміна яскравості освітлення кабінету
void __fastcall TForm_light::TrackBar_cabinetChange(TObject *Sender)
{
ClientSocket->SendLeviton_LCN_(0,2,TrackBar_cabinet->Position);
}
//-----
//зміна яскравості освітлення спальні
void __fastcall TForm_light::TrackBar_bedroomChange(TObject *Sender)
{
ClientSocket->SendLeviton_LCN_(0,2,TrackBar_bedroom->Position);
}
//-----
//зміна яскравості освітлення дитячої
void __fastcall TForm_light::TrackBar_baby_roomChange(TObject *Sender)
{
ClientSocket->SendLeviton_LCN_(0,2,TrackBar_baby_room->Position);
}
//зміна яскравості освітлення ванної
void __fastcall TForm_light::TrackBar_bathroomChange(TObject *Sender)
{
ClientSocket->SendLeviton_LCN_(0,2,TrackBar_bathroom->Position);
}
}

```

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

4.2 Захист розробленого програмного забезпечення

Для захисту розробленого програмного забезпечення запропоновано використовувати алгоритм ДСТУ 8845:2019 – алгоритм симетричного потокового перетворення. В основі ДСТУ 8845:2019 лежить класична схема підсумовуючого генератора подібна генератору SNOW 2.0, SNOW 3.0 та SNOW V. В основі ДСТУ 8845:2019 збережені всі базові операції шифрів сімейства SNOW, а раунд шифрування AES замінений на функцію нелінійної підстановки Т, що реалізовує перестановку елементів скінченного поля $GF(2^{64})$ за допомогою компонентів національного стандарту симетричного криптоперетворення ДСТУ 7624:2014.

ДСТУ 8845:2019 використовує 256-бітний вектор ініціалізації IV та 256-бітний або 512-бітний секретний ключ К і забезпечує високий та надвисокий рівень стійкості із врахуванням можливого застосування квантового криптографічного аналізу. При розробці алгоритму ДСТУ 8845:2019 орієнтувалися на сучасні 64-бітні обчислювальні системи, тому розмір слова обрано рівним 8 байт. запису байтів застосовують подання від старшого до молодшого. Генератор ключових потоків ДСТУ 8845:2019 у режимі генерації гами шифру схематично приведено у стандарті.

Як впливає з генератора ключових потоків ДСТУ 8845:2019 у режимі генерації гами шифру основними компонентами генератору є регістр зсуву з лінійним зворотнім зв'язком та скінчений автомат на базі якого виконується нелінійне перетворення Т. Вхідні дані (ключ шифрування К та вектор ініціалізації IV) використовуються для ініціалізації змінної стану $S_i (i \geq 0)$, яка складається із двох компонент до складу яких входять[12]:

– 16 змінних $s^{(i)}$ – комірок регістра зсуву з лінійним зворотнім зв'язком: $s^{(i)} = (s_{15}^{(i)}, s_{14}^{(i)}, s_{13}^{(i)}, s_{12}^{(i)}, s_{11}^{(i)}, s_{10}^{(i)}, s_9^{(i)}, s_8^{(i)}, s_7^{(i)}, s_6^{(i)}, s_5^{(i)}, s_4^{(i)}, s_3^{(i)}, s_2^{(i)}, s_1^{(i)}, s_0^{(i)})$;

– Два регістри скінченного автомату $r^{(i)} : r^{(i)} = (r_2^{(i)}, r_1^{(i)})$. На виході отримуємо ключовий потік (гамма), який формується з 8-байтних слів Z_i .

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

З рисунку слідує, що відводи регістра зсуву з лінійним оберненим зв'язком побудовані за примітивним над полем $GF(2^{64})$ поліномом: $f(x) = x^{16} + x^{13} + \alpha^{-1}x^{11} + \alpha$, де α є коренем примітивного над полем $GF(2^8)$ поліному $gz(z) = z^8 + \beta^{170}z^7 + \beta^{166}z^6 + \beta^2z^5 + \beta^{224}z^4 + \beta^{70}z^3 + \beta^2$. Поле $GF(2^8)$ як і в ДСТУ 7624:2014 побудовано за примітивним на полем $GF(2)$ поліномом $p(y) = y^8 + y^4 + y^3 + y^2 + 1$, а коефіцієнти $g(z)$ подаються через ступінь примітивного елементу β поля $GF(2^8)$, тобто β корінь поліному $p(y)$. Тобто, у нас є вежа полів: $GF(2) \subset GF(2^8) \subset GF(2^{64}) \subset GF(2^{1024})$, де:

- поле $GF(2^{1024})$ задається відводами зворотного зв'язку як фактор кільце $GF(2^{64})[x]/(f(x))$;

- поле $GF(2^{16424})$ задається як фактор кільце $GF(2^8)[z]/(g(z))$;

- поле $GF(2^{1024})$ задається як фактор кільце $GF(2)[y]/(p(y))$.

З вищезазначеного, слідує що період вихідної послідовності становить 2^{1024} .

Структурно в алгоритмі симетричного потокового перетворення ДСТУ 8845:2019 виділяють три основні функції:

- функція ініціалізації, яка приймає в якості вхідних даних 256-бітний вектор ініціалізації IV та 256-бітний або 512-бітний секретний ключ K, і виробляє початкове значення змінної стану $S_0 = (s^{(0)}, r^{(0)})$;

- функція наступного стану Next, яка приймає на вхід змінну стану $S_i = (s^{(i)}, r^{(i)})$ та виробляє наступне значення змінної стану $S_{i+1} = (s^{(i+1)}, r^{(i+1)})$;

- функція ключового потоку Strm, що приймає на вході змінну стану $S_i = (s^{(i)}, r^{(i)})$ та виробляє на виході 64-бітний ключовий потік Z^i .

Також функція Next може виконуватися в двох режимах, в залежності від способу виконання ітерації, як частина реалізації ініціалізації алгоритму ДСТУ 8845:2019 або як частина функції ключового потоку Strm.

5 МЕТОДИКА ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ

Розроблене програмне забезпечення призначене для управління інтелектуальним будинком за технологією LCN.

Програмно-апаратні вимоги до комп'ютера:

- Загальний обсяг ОЗП: 512 Мбайт.
- Вільний простір на жорсткому диску: 23 Мбайти.
- Операційна система Microsoft Windows XP/7/10.
- Інтерфейс ethernet.

Перелік необхідного обладнання:

Обов'язкове обладнання:

– Передавачі – дозволяють передавати спеціальні коди команд у форматі LCN по електромережі. Такими пристроями є: **програмуємі таймери**, що посилають сигнали в потрібний час; **комп'ютерні модулі**, що виконують задані програми по управлінню електроприладами; **датчики** температури, освітленості, руху й ін., які при настанні певних подій посилають відповідні сигнали приймачам.

– Приймачі – приймають команди LCN і виконують їх: включають або виключають світло, регулюють освітленість і т.д. На кожному приймачі є селектори установки його адреси: 16 можливих кодів будинку (А – Р) і 16 можливих кодів модуля (1 – 16), тобто всього 256 різних адрес. Кілька приймачів можуть мати однакову адресу, у цьому випадку вони управляються одночасно.

– Вимірювальне устаткування – використовується для вимірювання рівнів корисних сигналів LCN і перешкод в електромережі при виконанні монтажних і пусково-налагоджувальних робіт.

– Мережні пристрої – для об'єднання всіх інших пристроїв з комп'ютером (вита пара, комутатори, концентратори тощо).

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Рекомендоване обладнання:

– Лінійне устаткування – повторювачі/ретранслятори сигналів, фільтри стрибків напруги або струму, протишумові фільтри, блокатори сигналів. Ці пристрої використовуються для підвищення надійності й безвідмовності системи в цілому. Хоча в простих системах можливе досягнення прекрасних результатів і без використання цих засобів, але завжди краще підстрахуватися.

– Трансивери – приймають сигнали від інфрачервоних або радіо-пультів дистанційного управління й передають їх в електромережу, перетворивши у формат LCN.

– Пульти ДУ – забезпечують дистанційне управління пристроями LCN по ІЧ або радіо-каналам.

Функціональні можливості програми:

1. Управління освітленням будинку:

– вмикання/вимикання ламп;
– регулювання яскравості світла від ламп;
– перегляд поточного стану ламп;
– імітація присутності господарів, шляхом почергового вмикання вимикання ламп у різних кімнатах (для відлякування крадіїв).

2. Управління водопостачанням:

– система контролю протікання води;
– відкриття/закриття клапанів холодної та гарячої води.

3. Управління газопостачанням:

– система контролю витоку газу;
– система виявлення диму.

4. Управління кліматом будинку:

– перегляд поточної температури та вологості у будинку;
– управління опаленням (вмикання/вимикання, регулювання рівня температури, автоматична робота у вказаному діапазоні часу);
– управління гарячими полами (вмикання/вимикання, регулювання рівня

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

температури);

– управління кондиціонером (вмикання/вимикання, регулювання рівня температури та вологості);

– управління жалюзями на вікнах.

5. Управління телефонним зв'язком:

– управління телефоном (вмикання/вимикання, регулювання гучності, набір номера);

– управління автовідповідачем (вмикання/вимикання, гучність).

6. Управління домашнім кінотеатром:

– вмикання/вимикання телевізора;

– регулювання гучності;

– вибір телеканалу.

7. Управління системою безпеки будинку:

– управління охоронною сигналізацією;

– управління пожежною сигналізацією;

– управління системою відеоспостереження;

– блокування/відкриття входних дверей.

Головне вікно програми зображене на рисунку 5.1.

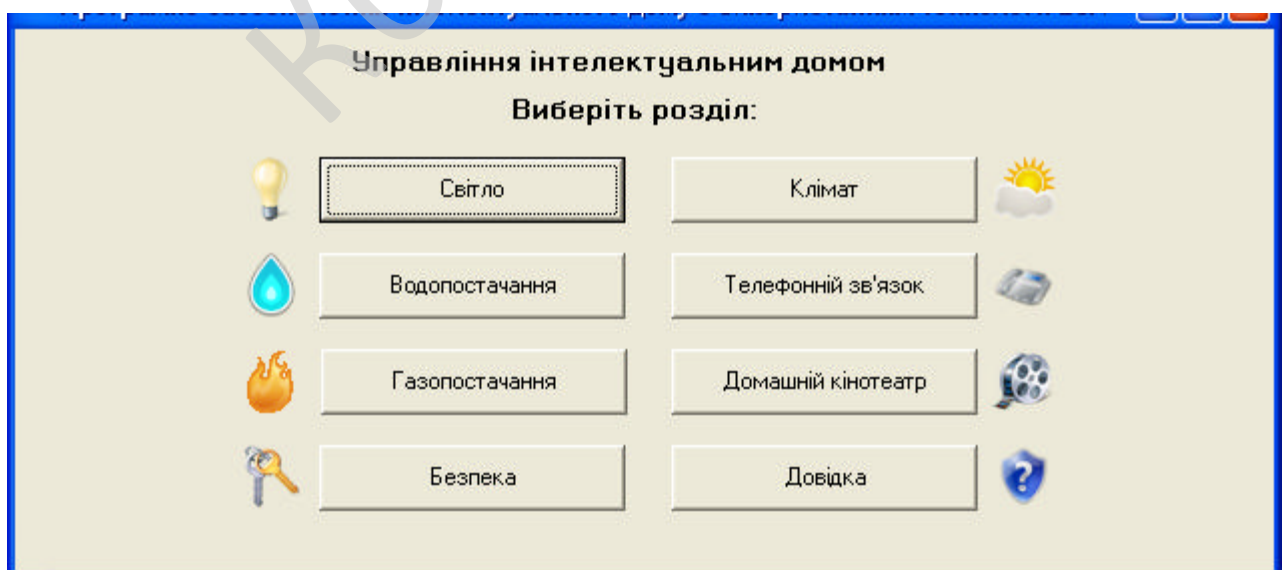


Рисунок 5.1 – Головне вікно програми

З рисунку видно, що за допомогою головного вікна користувач здійснює вибір розділу програми, в який він хоче перейти, а саме: світло, водопостачання, газопостачання, безпека, клімат, телефонний зв'язок, домашній кінотеатр, довідка.

Вікно управління освітленням зображене на рисунку 5.2.

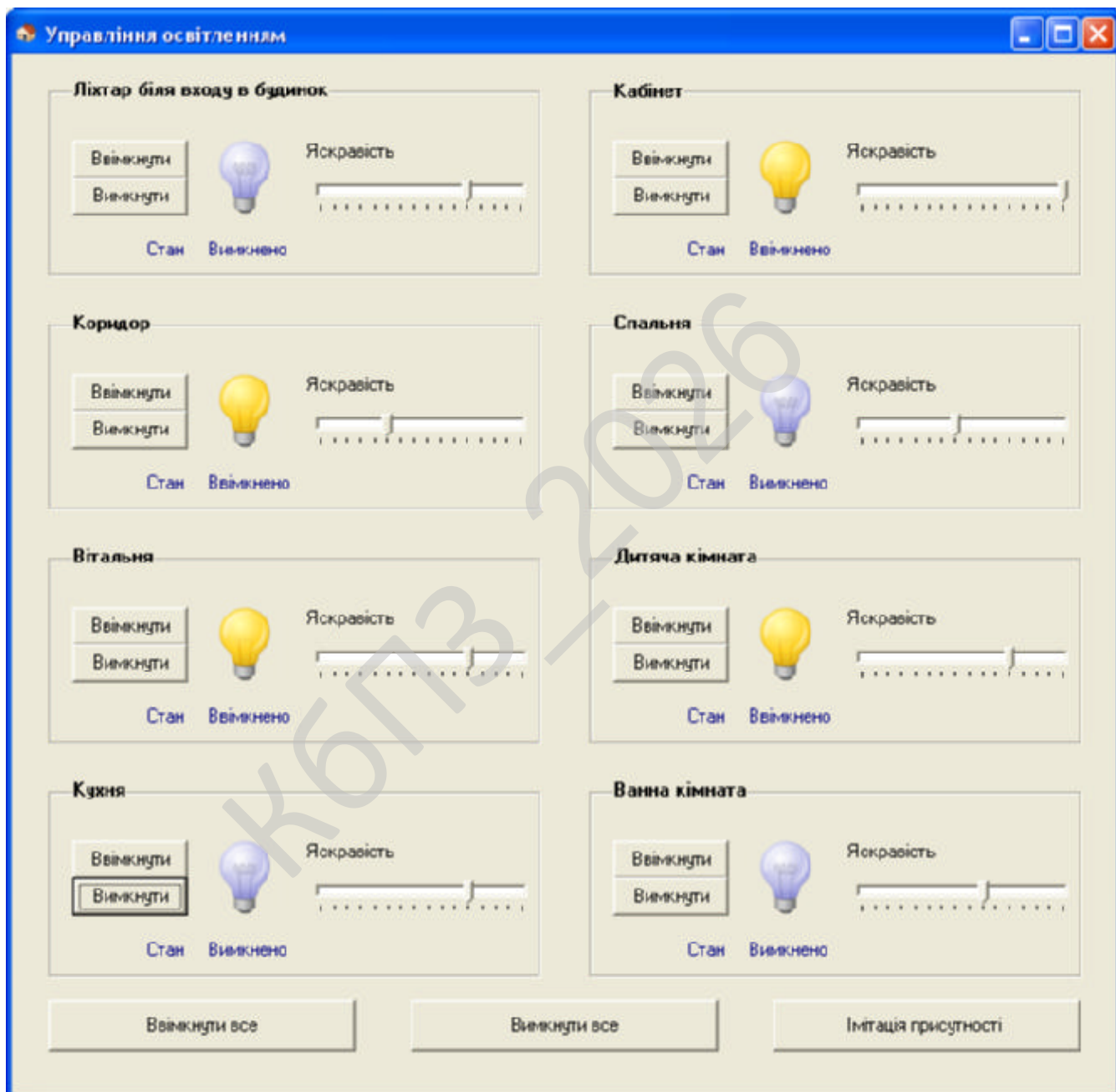


Рисунок 5.2 – Управління освітленням

Вікно управління водопостачанням зображене на рисунку 5.3.



Рисунок 5.3 – Управління водопостачанням

Вікно управління газопостачанням зображене на рисунку 5.4.

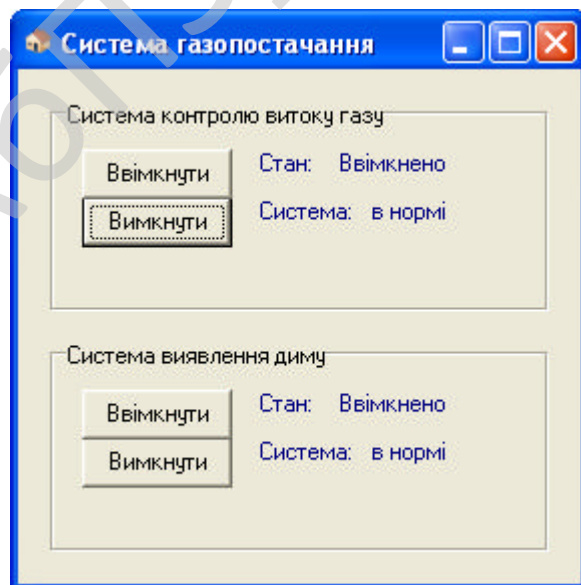


Рисунок 5.4 – Управління газопостачанням

Вікно управління системою безпеки будинку зображене на рисунку 5.5.

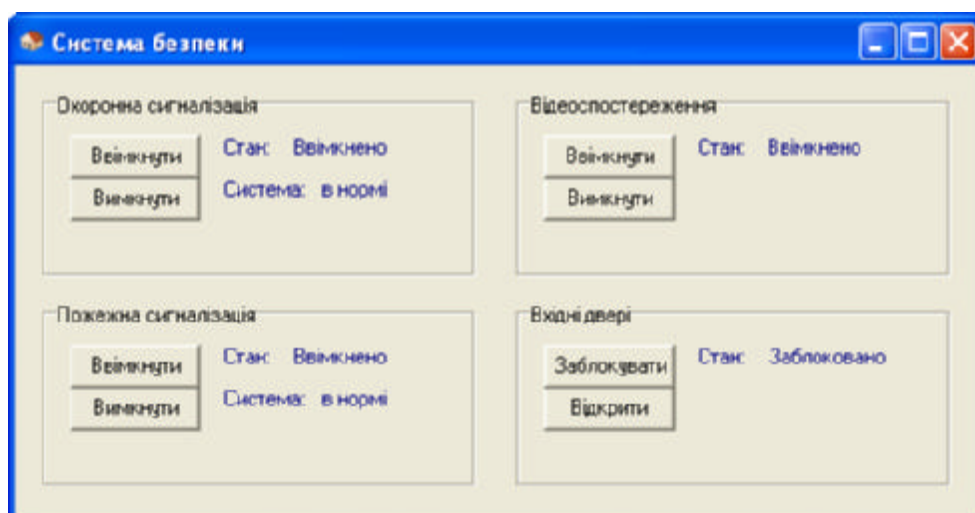


Рисунок 5.5 – Система безпеки будинку

Вікно управління кліматом будинку зображене на рисунку 5.6.

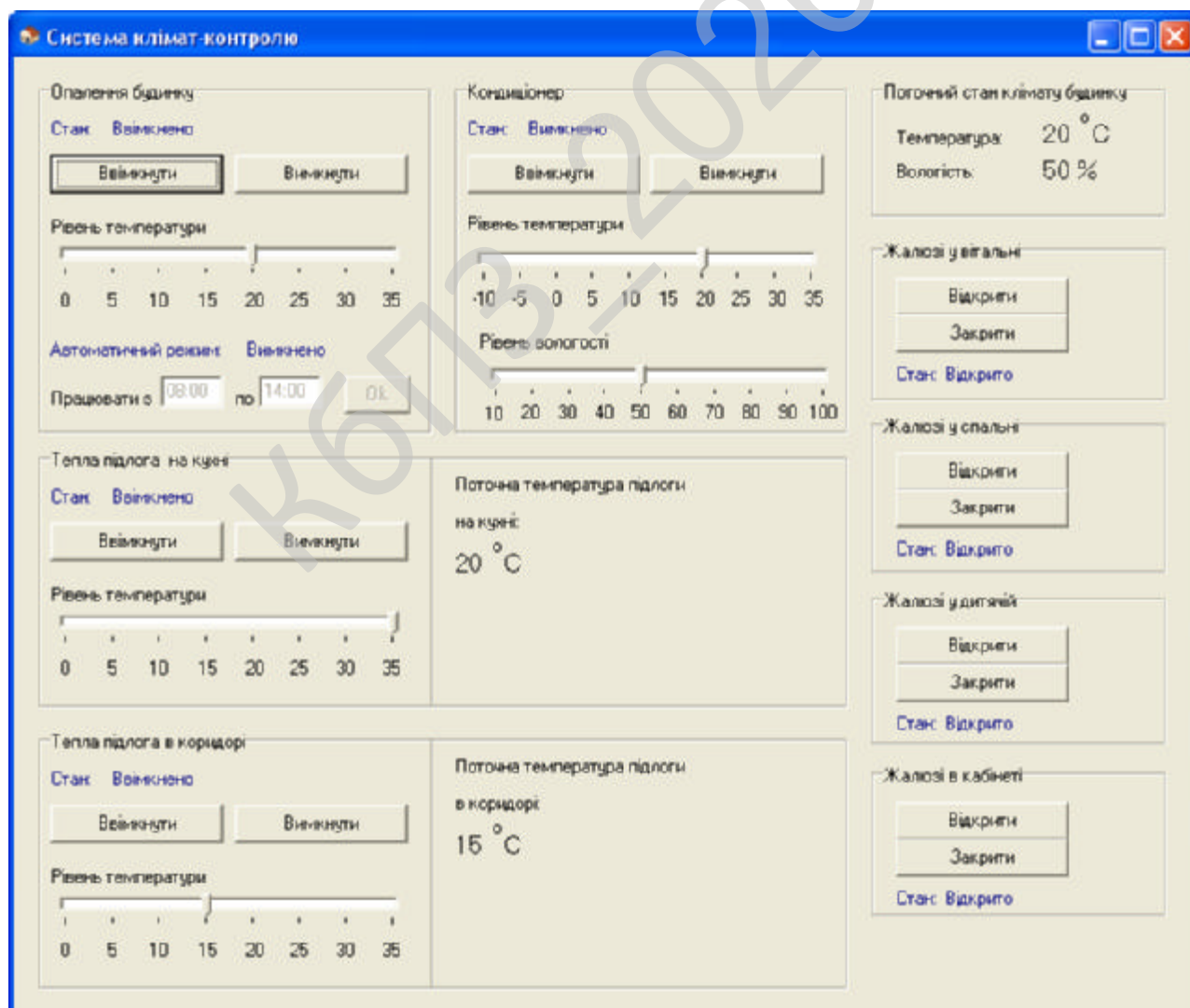


Рисунок 5.6 – Управління кліматом

Вікно управління телефонним зв'язком зображене на рисунку 5.7.

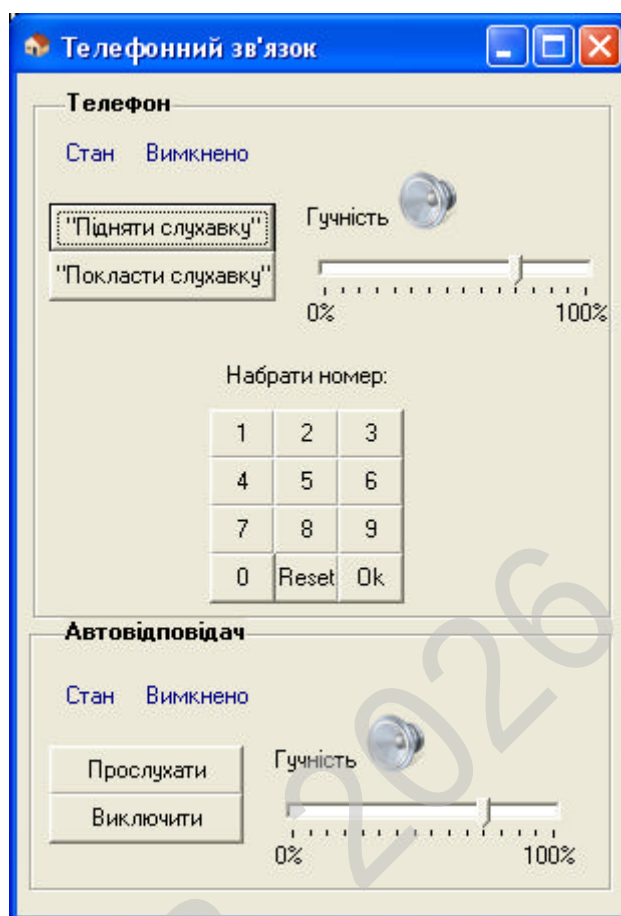


Рисунок 5.7 – Управління телефонним зв'язком

Вікно управління домашнім кінотеатром зображене на рисунку 5.8.

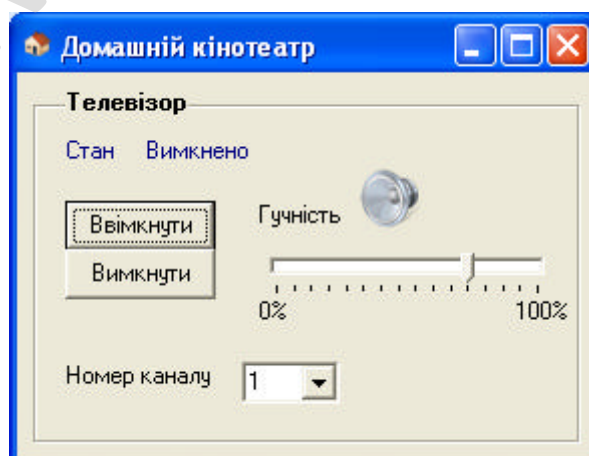


Рисунок 5.8 – Управління домашнім кінотеатром

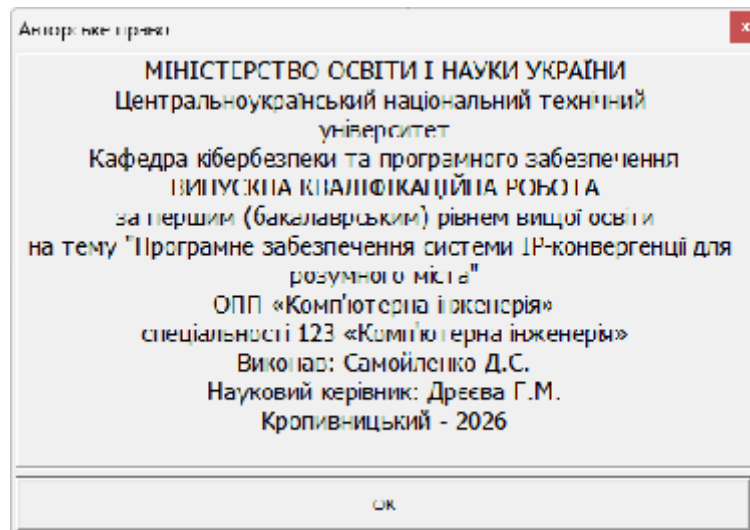


Рисунок 5.9 – Авторське право

К6ПЗ_2026

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

6 ОСНОВНІ ВИСНОВКИ

Програмне забезпечення, створене в результаті виконання випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти, призначено для системи ІР-конвергенції для розумного міста.

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

Рішення завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем ІР-конвергенції для розумного міста.
- Досліджена система ІР-конвергенції для розумного міста.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи ІР-конвергенції для розумного міста.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання ІР-конвергенції для розумного міста.

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 ІР-конвергенції для розумного міста. 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

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

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 ДСТУ 8845:2019.

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.

К6ПЗ-2026

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Технології інтернету речей. Навчальний посібник [Електронний ресурс]: / Б. Ю. Жураковський, І.О. Зенів; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 12,5 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 271 с.

2. Greg Dunko, Joydeep Misra, Josh Robertson, Tom Snyder “A reference guide to the Internet of Things” / 2017 Bridgera LLC, RIoT.

3. Donald Norris “Programming with STM32. Getting started with the Nucleo Board and C/C++” 416 p. 2018.

4. Neil Kolban “Kolban’s book on ESP32”. Texas, USA. 951 p.

5. 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.

6. 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.

7. 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.

8. 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.

9. Kuznetsov, O., Frontoni, E., Kuznetsova, K., Arnesano, M., Smirnov, O. «A secure biometric authentication architecture for blockchain-driven cyber-physical

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

systems». *Security and Privacy of Cyber Physical Systems Emerging Trends Technologies and Applications*, 2025, pp. 193–224.

10. 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.

11. 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.

12. 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.

13. 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.

14. 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.

15. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Миронець І.В., Смірнова Т.В. «Методи забезпечення відмовостійкості інтелектуальних систем підтримки

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

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.

16. 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.

17. 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.

18. 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.

19. 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.

20. 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.

21. 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.

22. 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.

23. 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.

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

25. 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.

26. 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.

27. 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.

28. 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.

					ВКРБ-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

29. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Константинова Л.В., Смірнов С.А., Якименко Н.М., «Дослідження стійкості до лінійного криптоаналізу запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» *Системи управління, навігації та зв'язку*, 2022, № 1(67). С. 84-89.

30. 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.

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

32. 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.

33. 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.

34. 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.

35. 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.

36. 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.
37. 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.
38. 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.
39. 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.
40. 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.
41. 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.
42. 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.
43. 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.

44. 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.

45. 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.

46. 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.

47. 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.

48. 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

49. 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.

50. 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-123.26.0025.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

51. 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.

52. 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.

53. 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.

54. 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.

55. 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).

56. 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

57. Дреєва Г.М., Смірнов О.А., Дреєв О.М. Метод генерування фрактальноподібної числової послідовності на основі скінченного автомату для моделювання трафіку у мережі. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. № 1(32). с. 173-183, 2019.

58. Смірнова Т.В., Солових Є.К., Смірнов О.А., Дреєв О.М. Побудова хмарних інформаційних технологій оптимізації технологічного процесу відновлення та зміцнення поверхонь деталей. Центральнуукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 1(32). с. 184-194, 2019.

59. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Поліщук Л.І., Смірнова Т.В., Коноплицька-Слободенюк О.К. Метод формування антивірусного захисту даних з використанням безпечної маршрутизації метаданих. Кібербезпека: освіта, наука, техніка. – Том 3 № 3. – Київ: КУ ім. Бориса Грінченка. – 2019. – С. 63-87.

60. Смірнов О.А., Гнатюк С.О., Кавун С.В., Терейковський І.А., Жмурко Т.О., Смірнов С.А., Коваленко А.С. Основи безпеки в комп'ютерних мережах. Навчальний посібник – Кропивницький: вид. Лисенко В.Ф. 2018. – 177 с.

61. Смірнов О.А., Котелянець В.В. Стійкі до колізій стохастичні моделі функціонування безпроводових сенсорних мереж. Вісник інженерної академії України, №3, с. 145-152, 2018