

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Західноукраїнський національний університет
Факультет комп'ютерних інформаційних технологій
Кафедра спеціалізованих комп'ютерних систем

ГОНЧАРОВ Юрій Вікторович

**Комп'ютерно-інтегрована система безпеки заміського
будинку / Computer-integrated security system of a
country house**

спеціальність: 151 - Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
освітньо-професійна програма – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
технології

Кваліфікаційна робота

Виконав студент групи АКІТ-41
Ю.В. Гончаров

Науковий керівник:
к.т.н., доцент, І.Б. Албанський

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту:

“ _____ ” _____ 20__ р.

Завідувач кафедри

_____ А.І. Сегін

ТЕРНОПІЛЬ - 2024

Західноукраїнський національний університет
Факультет комп'ютерних інформаційних технологій
Кафедра спеціалізованих комп'ютерних систем
Освітній ступінь "бакалавр"

Спеціальність: 151 - Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
Освітньо-професійна програма – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри СКС

А.І.Сегін

“ ____ ” _____ 20__ р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ
ГОНЧАРОВУ Юрію Вікторовичу

(прізвище, ім'я по-батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: Комп'ютерно-інтегрована система безпеки
заміського будинку / Computer-integrated security system of a country house.

Керівник роботи: к.т.н., доцент І.Б. Албанський

затверджені наказом по університету від «12» грудня 2023 р. № 753.

2. Строк подання студентом закінченої кваліфікаційної роботи: 10.05.2024р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи:

1. Особливості побудови комп'ютерно-інтегрованої системи безпеки.
2. Способи управління технологічними параметрами функціонування охоронної системи, відеоспостереження у складі автоматизованої системи.
3. Технічні засоби автоматизації об'єкта управління.
4. Розрахункова ефективність системи автоматичного управління основними і контрольними засобами об'єкта керування.

4. Основні питання, які потрібно розробити:

1. Аналіз складової та технічних засобів автоматизованої системи безпеки приватного будинку.
2. Реалізація структури комп'ютерно-інтегрованої системи безпеки та обґрунтування вибору технічних засобів реалізації запропонованої системи.
3. Розробка функціональної схеми комплексу технічних засобів автоматизації.

5. Перелік графічного матеріалу у роботі:

1. Структура комп'ютерно-інтегрованої системи безпеки приватного будинку.
2. Графічні залежності перехідних процесів відносно заданих параметрів.

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1	Албанський І.Б.		
2	Албанський І.Б.		
3	Албанський І.Б.		

7. Дата видачі завдання 12 грудня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назви етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз технологічного процесу як об'єкта керування	12.2023р. – 01.2024р.	
2	Специфікація вибору технічних засобів автоматизації	01.2023р. – 02.2023р.	
3	Розрахунок системи автоматичного регулювання	02.2024р. – 03.2024р.	

Студент

_____ (підпис)

Гончаров Ю.В.

Керівник роботи

_____ (підпис)

к.т.н., доцент Албанський І.Б.

АНОТАЦІЯ

Гончаров Ю.В. Комп'ютерно-інтегрована система безпеки замського будинку.
– Рукопис.

Дослідження на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», освітньо-професійна (наукова) програма. – Західноукраїнський національний університет, Тернопіль, 2024.

У роботі досліджено системи безпеки, охоронні системи та системи «розумного дому» якими обладнанні сучасні будинки приватного сектора, визначено функціональні, структурні та архітектурні особливості систем, що забезпечують безпеку і комфорт людей, і управління основними технічними засобами контролю автоматизованої системи, проаналізовано технологічну базу комп'ютерно-інтегрованої системи безпеки та обґрунтовано вибір технічних засобів реалізації запропонованої системи. Розроблено структуру та функціональну схеми, а також розраховано систему автоматичного регулювання комп'ютерно-інтегрованої системи безпеки замського будинку.

ABSTRACT

Goncharov Y.V. Computer-integrated security system of a country house. - Manuscript.

Research for obtaining a bachelor's degree in the specialty 151 "Automation and computer-integrated technologies", educational and professional (scientific) program. – West Ukrainian National University, Ternopil, 2024.

The work examines security systems, security systems, and "smart home" systems equipped with modern private sector homes, identifies functional, structural, and architectural features of systems that ensure people's safety and comfort, and manages the main technical means of controlling an automated system, analyzes the technological base of computers computer-integrated security system and the choice of technical means of implementation of the proposed system is justified. The structure and functional schemes were developed, as well as the system of automatic regulation of the computer-integrated security system of the country house was calculated.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЯК ОБ'ЄКТА КЕРУВАННЯ	8
1.1 Загальна характеристика технологічного процесу та обладнання систем безпеки будинків приватного сектору	8
1.2 Аналіз обладнання та технічних засобів автоматизованої системи управління розумним будинком	15
1.3 Опис контуру регулювання та особливостей складних систем автоматизації об'єкта управління	24
2. СПЕЦИФІКАЦІЯ ВИБОРУ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ	30
2.1 Реалізація структури і компонентів комп'ютерно-інтегрованої системи безпеки приватного будинку та функціональне представлення основних вузлів управління	30
2.2 Обґрунтування вибору центрального модуля управління та периферійних пристроїв обробки і передачі сигналів автоматизованої системи	38
2.3 Вибір сповіщувачів та сенсорних засобів автоматизованої системи управління безпекою замського будинку	47
3. РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ	54
3.1 Розробка функціональної схеми комплексу технічних засобів	54
3.2 Розрахунок ПІД та ПІ ² Д регуляторів автоматизованої системи	58
3.3 Дослідження стійкості системи та якості регулювання на етапах побудови кривої перехідних процесів	61
ВИСНОВКИ	66
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	69

					ДП.АКІТ.8869534.00.00.0000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Гончаров Ю.В.			Комп'ютерно-інтегрована система безпеки замського будинку / Computer-integrated security system of a country house	Ліг.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Албанський І.Б.					4	72
Консульт.		Албанський І.Б.				ЗУНУ.ФКІТ.АКІТ-41		
Н. Контр.		Заставний О.М.						
Затверд.		Сегін А.І.						

ВСТУП

Актуальність теми. Системи безпеки для заміського будинку необхідна для організації охоронної мережі на приватній території, обмеження доступу на об'єкт сторонніх осіб, цілодобового спостереження за ситуацією. Вирішення завдання може бути реалізовано різними способами – із застосуванням професійного чи побутового складного технічного обладнання. Вибір користувачів буде заснований на характеристиках, розв'язуваних задачах та бюджеті.

Для організації початкового рівня безпеки на об'єкті достатньо встановити сучасний відеодомофон, який підтримує підключення додаткових сенсорів, приладів та зовнішніх камер. Часто він стає базовим елементом для створення системи «розумний дім». Якщо користувач бажає отримати охоронну мережу з більш потужними та доскональними характеристиками, варто звернути увагу на СКУД та систему зовнішнього відеоспостереження.

Охоронна мережа та встановлення безпеки у заміському котеджі – це цілий комплекс обладнання, сенсорів та додаткових елементів, які значно знижують ризик проникнення сторонніх осіб на приватну територію, захищають майно власника від пошкодження. Сюди можна віднести не лише сигналізацію, а й виклик екстрених служб у разі пожежі, витоку газу, прориву труби з холодною та гарячою водою.

Системи безпеки та відеоспостереження для заміського будинку дозволяють при правильному виборі пристроїв та грамотному монтажі перетворити котедж на неприступну фортецю для зловмисників. Якщо під час відсутності власника було здійснено крадіжку, то записи з камер відеоспостереження допоможуть швидко відновити картину події, що відбулася, ідентифікувати особу злочинця.

Система безпеки заміського будинку може складатися з різної кількості модулів – СКУД, відеоспостереження, домофон, сенсори стеження, задимлення, сигналізація та інше обладнання. Програмне забезпечення

					ДП.АКТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дозволить налаштувати злагоджену роботу установки т а взаємодію компонентів між собою.

Мета кваліфікаційної роботи. Актуалізація розробки комп'ютерно-інтегрованої системи безпеки заміського будинку. У кваліфікаційній роботі розроблено та представлено автоматизовану систему керування безпекою заміського (приватного, дачного будинку) на основі охоронної системи з елементами «розумного будинку» та проведено вибір технічних засобів автоматизації (ТЗА) безпосередньо на об'єкті керування. Основним завданням створення автоматизованих систем безпеки з застосуванням інтегрованих програмно-технічних засобів «розумного будинку» та промислових програмованих контролерів, що є невід'ємними для автоматизованих систем різного ступеня складності.

Основним завданням кваліфікаційної роботи є:

- аналіз систем безпеки орієнтованих на охорону приватних будинків та технології «розумного будинку» як об'єкта керування;
- розробка структури комп'ютерно-інтегрованої системи безпеки заміського будинку;
- специфікація вибору технічних засобів автоматизації;
- розрахунок системи автоматичного регулювання.

Комп'ютерно-інтегрованої системи безпеки заміського будинку є актуальним рішенням сучасних проблем з безпекою будинків приватного сектора. Рішенням такої задачі є компоновка найновіших сучасних програмно технічних засобів автоматизації з принципово новими ідеями та алгоритмами безпеки.

Предметом дослідження є комп'ютерно-інтегрованої системи безпеки заміського будинку.

Об'єктом дослідження є автоматизована системи безпеки заміського будинку.

Методи дослідження – аналіз літературних джерел та електронних ресурсів, порівняння сучасних розробок в галузі безпеки будинків та квартир

					ДП.АКІТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

та систем «розумний дім», програмно-технічні засоби автоматизації і відомі алгоритми роботи охоронних систем.

Практичне значення одержаних результатів. Базується на тому, що запропоновані практичні та теоретичні рекомендації по розробці та розрахунку систем автоматизованого управління, які дають можливість підвищити їх надійність та ефективність роботи в рази.

Апробація. Кравець Н., Гриньків В., Гончаров Ю., Макогін В. Автоматизація системи протипожежного захисту на основі модуля GSM – зв'язку. – Збірник матеріалів проблемно-наукової міжгалузевої конференції «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» (АКІТ-2024), Тернопіль, 2024. – 36-40с.

					ДП.АКІТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЯК ОБ'ЄКТА КЕРУВАННЯ

1.1 Загальна характеристика технологічного процесу та обладнання систем безпеки будинків приватного сектору

На сьогоднішній день переважній більшості людей хочеться почуватися у своєму будинку у повній безпеці. У свою чергу важливо бути впевненим і переконаним, що у безпеці та цілісності знаходиться особисте майно та йому нічого не загрожує у період відсутності господаря. Правильна постановка організація охорони приватного (заміського) будинку, захистить і збереже від в злому і проникненні зловмисників, а також збитків від пожеж та підтоплень.

Організація охорони приватного будинку може включати різні аспекти безпеки, що залежать від бюджету власника, потреб безпеки та рівня зручності, що вимагається. Реалізація наступних етапів дає можливість підвищити рівень безпеки будинку і проживаючих у ньому людей. А саме, встановлення системи безпеки – інсталяція системи моніторингу з камерами спостереження, сенсорами руху та системою сповіщення. Сучасні системи можуть взаємодіяти з мобільними додатками, що дозволяють віддалено контролювати ситуацію в будинку (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 – Організація безпеки будинку на основі мобільних додатків для дистанційного моніторингу

					ДП.АКІТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Встановлення системи сигналізації – така організація безпеки може відлякувати злочинців та відразу ж повідомити поліцію або охоронну службу, якщо відбувається вторгнення [1]. Сюди ж входить встановлення решіток на вікнах, освітлення з сенсорами руху навколо будинку, а також розумні замки на дверях.

Організація патрулювання, якщо це допустимо організувати, шляхом укладення договорів з місцевою охоронною службою для регулярного патрулювання приватного будинку.

До організації запобіжних заходів можна віднести висадження кущів або установка інших перешкод біля вікон та дверей, щоб ускладнити доступ до будинку. Постійне нагадування про правила безпеки всіх членів сім'ї та гостей про необхідні заходи, такі як закриття дверей та вікон під час відсутності у будинку, нерозголошення незнайомцям доступу (паролів wi-fi, омофону) до будинку тощо. Загалом, важливо збалансувати рівень захисту з потребами та можливостями, щоби створити ефективну систему безпеки для приватного будинку.

Застосування автоматизованої системи безпеки включає інсталяцію камер спостереження, різнотипних сенсорів руху та детекторів, що реагують на:

- значне підвищення температури;
- витік чадного газу та CO₂;
- розбиття скла;
- виявлення диму у житлових приміщеннях;
- витоку води.

При укладанні договору з охоронною фірмою, в такому разі на центральний пульт поступить сигнал тривоги, коли з'явиться небезпечна ситуація. Після цього оперативна група виїжджає на об'єкт охорони, щоб проаналізувати джерело небезпеки і усунути її.

Присутність автоматизованої системи безпеки у житловому будинку виконує функцію профілактики небезпечних факторів. Приватні будинки з

					ДП.АКІТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

установленою в них сигналізацією та відеоспостереженням не стають об'єктами інтересу для грабіжників та зловмисників, так як вони не мають шансів залишитися без уваги правоохоронних організацій.

У замських та приватних будинках в першу чергу варто подбати про те, щоб входні і запасні двері стали серйозною і вагомою перепорою на шляху грабіжників та зловмисників. Найкращий спосіб буде віддавати перевагу броньованим та підсиленими спецзасобами моделям, що відрізняються значною стійкістю до механічних впливів та способів несанкціонованого відкриття. Грубою силою в зламати або відчинити такі двері мало ймовірно, але спроба зламати замок може передбачатися і застосовуватися. Щоб таких ситуацій не виникало, перш за все варто обирати такий замок, з яким злодію чи зловмиснику буде важко впоратися. На сьогоднішній день на ринку таких засобів захисту дверей є замки сувальдного типу, що передбачають цілий ряд механічних засобів захисту:

- системою розпізнавання та виявлення відмичок або їх елементів;
- неправильними пазами у сувальдах;
- пружним штифтом, що служить як захист від силового впливу.

Захист віконних проїомів є також одним з важливих факторів. Зловмисники та грабіжними мають можливість проникнути до будинку або квартири як через вікна так і дверні проїоми. Для покращення рівня безпеки на віконні проїоми встановлюють металічні ґрати. Якщо виникає відчуття неестетично виду крізь металеву решітку, можна також установити металізовані пластикові ролети. Їх можна опускати або піднімати за потреби.

Як найбільше заходів для підвищення рівня захисту будинку вживається, тим менший ризик зазнати збитків від непередбачуваних ситуацій, що можуть відбутися за відсутності господаря. Інсталяція автоматизованої системи безпеки дасть можливість вчасно зреагувати на підпали або загоряння, підтоплення та всіляко уникати значних збитків. Загалом у комплексі з надійними та ефективними дверима і вікнами система

					ДП.АКТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

охорони захищає приватний (заміський) будинок чи квартиру від проникнення грабіжників або зловмисників.

Сьогодні світ змінюється настільки стрімко, що навряд чи побутові користувачі встигають за останніми новинками. З кожним наступним днем високі технології щільніше входять у повсякденне життя: будинки друкують на 3D-принтерах, люди переміщаються на сегвеях та гіроскутерах, виробники анонсують прозорі телефони чи реактивні ранці. Звичайно, величезну увагу приділяють розробники і домашньому комфорту, адже житло - це місце, де людина проводить кращу частину свого життя.

Визначення «розумний дім» говорить саме за себе, а також розкриває свою суть у двох словах. Це складна система, що поєднує в собі різні функції та програми. Вона дозволяє не тільки натисканням кількох кнопок контролювати всі процеси об'єкта нерухомості на відстані, але й повністю довірити керування будинком автоматизованій системі.

«Розумний дім» — інтеграція побутових пристроїв, комунікацій та обладнання, що використовуються щодня у побуті, у єдину автономну систему керування Smart House (рисунок 1.2) [2]. Програма відповідає за ресурсозбереження та комфорт мешканців будинку, спрощує управління об'єктом нерухомості, роблячи життя постояльців зручним та безпечним. Програма сама організує виконання повсякденних задач, створить найбільш приємний мікроклімат у приміщеннях, повідомить про аварію чи небажане проникнення, перейде на акумуляторне живлення у разі перебоїв з електрикою. Інтелектуальна система smart house керує домашнім господарством за заданою програмою та передбачає можливість фіксування в пам'яті пристрою кількох найбільш зручних для господаря сценаріїв. З метою економії ресурсів можна, для прикладу, у будні встановлювати обігрів або кондиціювання приміщення не цілодобово, а заздалегідь перед поверненням додому. Полив саду в певний час або включення охоронної системи тоді, коли це необхідно.

					ДП.АКТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11



Рисунок 1.2 – Ієрархічна топологія «розумний дім»

На сьогоднішній день поділяють кілька електронних систем керування будинком. Перша відповідає за порядок об'єкту нерухомості. Вона контролює мікроклімат приміщень, електрику, охоронно-пожежну сигналізацію, оповіщення та телекомунікації. Друга контролює процеси на присадибній ділянці — полив саду, зовнішнє підсвічування, відеоспостереження, автономне відкриття воріт та інше.

Крім цього, система має кілька режимів використання [3]:

- денний режим;
- нічний режим;
- господар будинку;
- господаря немає вдома.

Управління Smart House відбувається за допомогою комп'ютера, мобільного телефону, настінної панелі, планшета чи просто голосу. Система «розумний дім» використовується не тільки в житлових об'єктах, а й в офісах, кафе та ресторанах, готелях чи бізнес-центрах. Завдяки простому управлінню, зручності експлуатації, широкому спектру можливостей та завдань з кожним роком попит на пристрої автоматизації значно зростає. Як

					ДП.АКІТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

правило, виробники пропонують готові рішення або розробляють індивідуальні рішення спеціально під ваш об'єкт нерухомості.

Загалом говорячи - це не дешево задоволення. Ціни на найпростіші пристрої у нашій країні стартують від двох тисяч доларів. Дешеві (порівняно) інтелектуальні «помічники» дозволять автоматизувати основні процеси життєзабезпечення об'єкта нерухомості — вентиляцію, електроживлення, опалення та освітлення. Залежно від набору завдань вартість рішення для будинку зростатиме в ціні. Ціни на дорогі моделі з багатим переліком можливостей оцінюють у сотні тисяч доларів. Варто також розуміти, що встановлення високоінтелектуальної системи може обійтися дорожче за саму програму. Окупність проекту Smart house в Україні у середньому 5 років, у Європі цей показник набагато кращий.

Ринок автоматизованих систем досить широкий, і щоб не помилитися при виборі «помічника», варто звернути увагу на співвідношення ціни і можливостей пристрою. Так, не завжди розумно купувати для квартири пристрій з найбільш повним асортиментом завдань, адже використовуватимуться вони не повною мірою. Необхідно виділити пріоритетні напрямки, тим самим серйозно звузивши вибір пристроїв. Наступний етап – якість. Вкладаючи чималі гроші, важливо, щоб система відповідала всім необхідним вимогам, була надійною, мала гарну інтеграцію з іншими приладами та можливість модернізації. Продукт набувається надовго і для постійного використання, тому важливо, щоб користування системою було максимально зручним, зі зрозумілим інтерфейсом та гарною швидкістю відтворення завдань. Добре, якщо виробник модернізує пристрій, надаючи можливість оновлення та вдосконалення вашої домашньої автономної системи (рисунок 1.3). Слід довіряти лише надійним виробникам та вибирати сертифікований продукт, оскільки це головна гарантія того, що пристрої пройшли необхідні випробування та не підведуть у роботі.

					ДП.АКТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

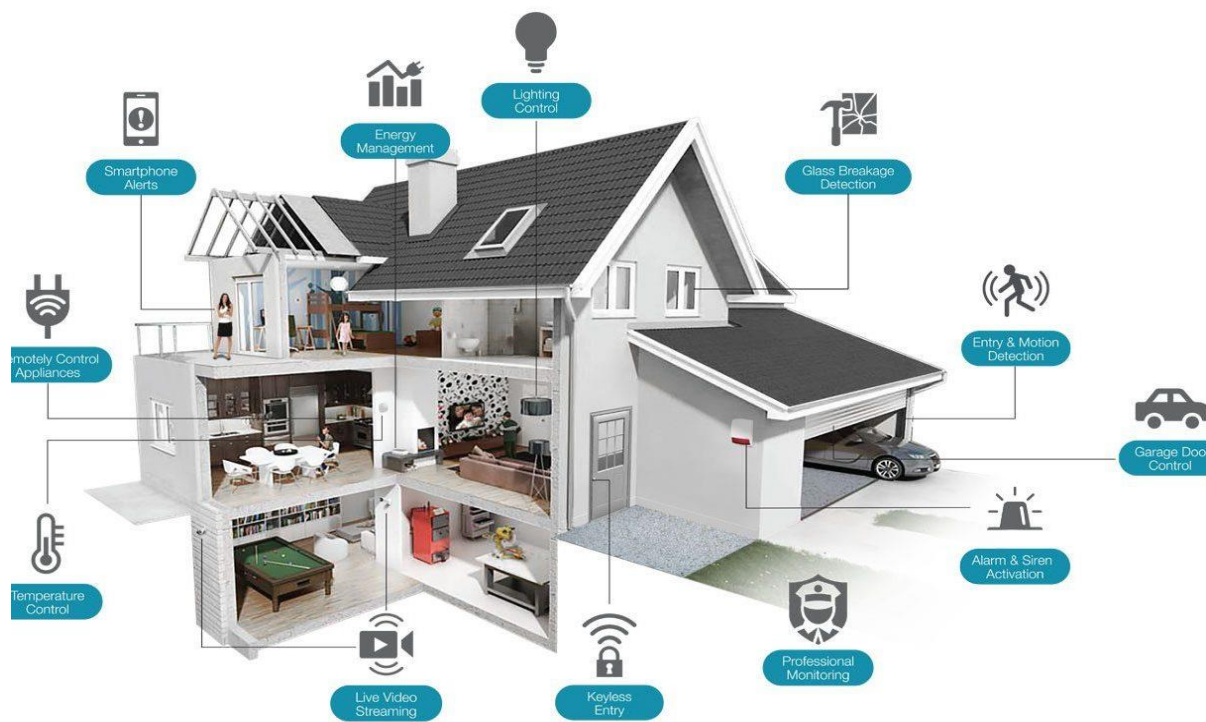


Рисунок 1.3 – Структура функціональних компонентів та вузлів управління «розумного будинку»

Будь-який smart home включає наступні модулі [4]:

- контролер - основний елемент, який поєднує всі інші блоки в єдине ціле, саме контролер оцінює роботу компонентів, враховує умови довкілля та роздає відповідні команди окремим пристроям;

- сенсори - прилади, які отримують дані про стан техніки та те, що відбувається навколо, далі інформація передається контролеру, з цих відомостей виконуються ті чи інші дії;

- актуатори - це модулі, що відповідають за автоматизацію домашніх процесів та виконують отримані команди, такими пристроями є реле, світлодіодні блоки, димери.

Нові котеджі або міські апартаменти найчастіше одразу будуються із вбудованими засобами автоматизації. В такій інтелектуальній системі може бути використана безліч різнотипних технологій. Один із лідерів – протокол KNX. Це міжнародний стандарт автоматизації житлових та нежитлових будівель, громадських установ. Протокол застосовується для сучасних

									ДП.АКІТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						14

систем, починаючи від жалюзі та освітлення, закінчуючи нагріванням води та використанням різних типів сенсорів. KNX - сучасний протокол, на який потрібно звернути найпильнішу увагу.

Окрім нових квартир автоматизацією можна модернізувати вторинне житло чи установи, які довго були в експлуатації. Для реалізації процесу використовуються різні контролери та актуатори. Вони збирають та обробляють сигнали, що надходять від різних сенсорів (це може бути сенсор витоку, диму та інші). Для надсилання сигналів використовується радіоканал з протоколом KNX RF або кабель KNX EIB 2x2x0,8. Сенсор руху, сенсор витоку та інші пристрої реєструють будь-які зміни як усередині, так і зовні будинку та передають сигнал на відповідні блоки. Розумний будинок, який працює на протоколі KNX, має безмежні можливості.

1.2 Аналіз обладнання та технічних засобів автоматизованої системи управління розумним будинком

У кожної людини, чоловіка в різні періоди життя виникає бажання зробити свій житловий простір комфортнішим та безпечнішим – природне бажання, властиве людям. Живучи у великому замиському будинку або невеликій квартирі-студії, завжди можна підібрати готові рішення – ефективні системи автоматизації для різних пристроїв, обладнання та техніки.

На сьогоднішній день, коли про переваги технології «розумний дім» говорять і пишуть скрізь, деякі помилково вважають, що будь-який функціонал автоматичного включення/вимкнення чогось у будинку можна вважати елементом розумного будинку, але це не зовсім так. Якщо розібрати це питання трохи детальніше, то «розумний дім» – це повна автоматизація управління всіма системами життєзабезпечення, що складається з декількох робочих елементів, яка функціонує в автономному режимі і базується на штучному інтелекті. Не потрібне втручання людини в роботу за винятком,

					ДП.АКІТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

коли потрібне програмування системи та у разі аварійних ситуацій. Ряд компанії, які займаються інсталяцією елементів автоматизації у житлових будинках чи офісах, бажаючи залучити клієнта, не зовсім достовірно пояснюють потенційному замовнику сенс роботи «розумного будинку». Для прикладу, багато електроприладів і побутової техніки не потребують автоматизації: холодильники самі по собі автономні і працюють за суворою програмою, у пральних машин є таймер для відстроченого запуску циклу, кондиціонери можуть самостійно підтримувати встановлену в налаштуваннях температуру без втручання ззовні і так далі [5].

Все ж таки вирішивши проводити автоматизацію для квартири чи будинку, людина спрощує собі життя, роблячи повсякденність комфортнішим і найчастіше заощаджує гроші на оплаті комунальних послуг.

Загальновідомі чотири основні причини, чому люди (замовники) зупиняються на виборі встановлення собі систем автоматизації у приватному будинку, квартирі чи офісі, а саме:

- економія енергетичних ресурсів - електроенергія та вироблення тепла спалюванням природних ресурсів з кожним роком стає дедалі дорожчим, а система автоматизації дозволяє в деяких випадках знизити споживання енергії до 30%;

- підвищення комфорту проживання та «якості життя»;

- зовнішній вигляд та дизайн пристроїв – говорячи жаргоном «понт — дорожчий за гроші»;

- широкі можливості диспетчеризації – мається на увазі будь-яка система домашньої автоматизації, що має власну систему диспетчеризації чи може інтегруватися у сторонню систему диспетчерського контролю та управління.

Якщо детальніше розглянути вище представлені пункти в реаліях сучасної життєдіяльності то кожний пункт розуміє під собою ряд зобов'язань та правил орієнтованих для певної країни проживання. Пункт перший –

					ДП.АКІТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

економія енергетичних ресурсів, є номером один для країн Євросоюзу і останнім для України внаслідок, хоч як це звучало дивно, «відносної дешевизни енергоресурсів». Для прикладу, у країнах Балтії, обладнання для автоматизації коштує значно дешевше, а вартість енергоресурсів у рази дорожча, тому терміни окупності проектів 2-3 роки. В Україні деякі проекти навіть за умови чіткої спрямованості на енергозбереження не окупаються і за 5-7 років.

Пункт другий та третій – комфорт та зовнішній вигляд. У 90% випадків для вітчизняних замовників ці два пункти є вирішальними. В основному обирають управління світлом та інженерними системами будівлі. Асортимент керуючих пристроїв величезний: від класичних вимикачів до фантастичних пристроїв і рішень, які ми бачимо в деяких фільмах. Набір функцій тут теж практично нічим не обмежений, залежить від фантазії та можливостей замовника. Звичайно, коли замовник платить дорого, то це має виглядати дорого.

Пункт четвертий – можливості диспетчеризації. Актуальний для систем автоматизації, які працюють в адміністративних та офісних будівлях, проте для приватних будинків та квартир, у зв'язку з популяризацією різноманітних пристроїв типу смартфонів та планшетних комп'ютерів, це теж стало популярно.

Перелік існуючих систем автоматизації аналізований в ряді літературних джерел, що в свою чергу дав можливість класифікувати їх за структурою. Відповідно опис таких систем автоматизації, а також технічних рішень популярних сьогодні в Україні технологій без прив'язки до конкретних брендів.

Системи управління та автоматизації, розділені за своєю структурою на [6]:

- централізовані системи управління - системи, в яких один або кілька центральних пристроїв відповідають за роботу всієї системи в цілому, а сенсори та виконавчі пристрої виступають як периферія;

					ДП.АКІТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- децентралізовані системи керування - системи, в яких кожен сенсор та кожен виконавчий пристрій є автономним;

- комбінована система керування – система, що поєднує в собі централізовану та децентралізовану системи, зазвичай вона є центральним контролером, який приймає всі рішення, і декілька сенсорів, саме за такою схемою працює більшість комплексів «розумний дім».

Централізована автоматична система має програмований логічний модуль (рисунок 1.4). Пристрій обладнано великою кількістю сенсорів, з яких надходить інформація. Модуль аналізує отримані дані та надсилає команди елементам управління. До кожного підключеного об'єкта пишеться конкретна програма. При необхідності у встановлений софт можна вносити коригування.

Такий спосіб управління має цілу низку переваг:

- універсальність, до системи можна підключити будь-які пристрої, навіть від різних виробників;

- єдиний інтерфейс, керувати всіма об'єктами можна за допомогою одного інтерфейсу;

- програмування, за допомогою контрольованого модуля можна створювати різні за складністю сценарії керування, при цьому їх можна прив'язувати до певної пори року або доби, а також погодних умов.

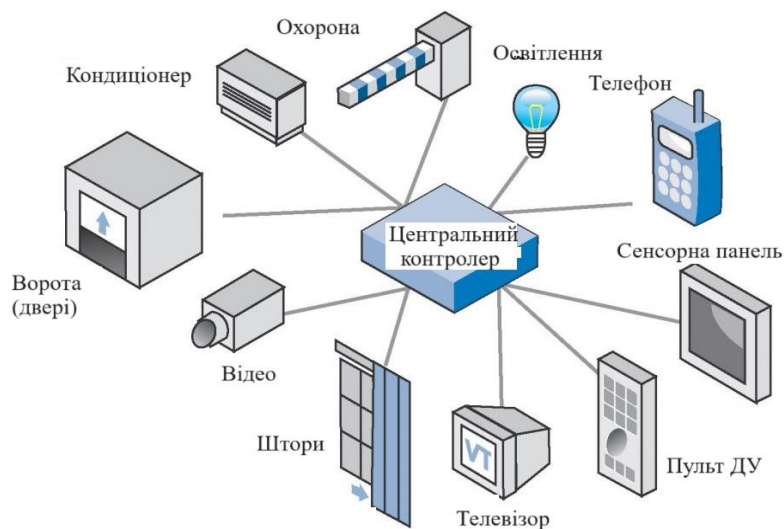


Рисунок 1.4 – Структура централізовани системи управління

До недоліків можна віднести [7]:

- висока вразливість, оскільки робота централізованої системи залежить від логічного модуля, вихід контролера з ладу призведе до зупинки роботи технології «розумний дім»;

- складність перепрограмування, якщо буде потрібно перепрограмування, а необхідний фахівець буде недоступний, доведеться писати новий алгоритм.

Децентралізовані системи управління - управління сенсорами, що здійснюється за допомогою великої кількості контролерів. Кожен модуль підключається до конкретного елемента. У цьому контролер має автономне живлення, отже може продовжувати працювати навіть за несправності центрального комп'ютера. Крім того, модуль зберігає інформацію про керування.

Плюсами децентралізованої технології є:

- надійність, можливість автономної роботи, що підвищує надійність роботи технології;

- функціональність, це технологія, що дозволяє за необхідності встановлювати додаткові контролери та розширювати функціональність,

- зручність, це автономні сенсори, що закріплені на певному пристрої, дозволяють керувати великою кількістю механізмів.

До недоліків можна віднести відсутність єдиної інформаційної мережі. Це ускладнює проведення діагностики. Щоб це зробити, потрібно аналізувати всю мережу або використовувати спеціальні прилади. Також мінусом є велика кількість модулів. Їхня поломка призведе до значних витрат коштів.

Комбінована система керування поєднала два типи, взявши від них найкраще. Це робить її практичною та функціональною, адже вона дозволяє стежити за роботою кожного сенсора. При цьому налагодження кожної підсистеми дуже просте.

					ДП.АКІТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Мінусом такої схеми є складність програмування. Зробити це під силу лише професіоналу, або вузькоспеціалізованим фірмам, що працюють в даній сфері.

Технологія «розумний дім» – відмінний вибір для людей, які цінують комфорт та безпеку. Незважаючи на те, що технологія ще вдосконалюється, вже сьогодні можливо підібрати оптимальний варіант, що враховує індивідуальні потреби.

Власне кажучи такий поділ є досить умовним, тому що до практично будь-якої розподіленої системи можна підключати сенсори у вигляді периферії, а будь-яка централізована система може стати розподіленою.

Системи керування поділяють по середовищах передачі даних:

- вита пара - найпопулярніша з усіх на сьогоднішній день, це не тільки не стільки Ethernet, що включає безліч промислових стандартів передачі даних;

- силова лінія - передача ведеться лініями живлення, що застосовується рідко, здебільшого у разі модернізації існуючої електроустановки;

- радіоканал - система управління, побудована на радіоканалі, яка має низку переваг, але ще більше недоліків (в основному застосовується для модернізації існуючих систем, а також відмінно зарекомендувала себе для управління світлом та інженерними системами в побудованих з дерев'яних будинках).

Такі середовища як вита пара і силова лінія тут все зрозуміле, за допомогою кабелів ведеться контроль і виконання задач управління функціоналом будинку. А середовища таке як радіоканал дозволяє застосування різних бездротових технологій, які набагато спрощують процес автоматизованого управління функціоналом будинку.

Бездротові системи домашньої автоматизації (БСДА) – це сучасні та зручні інструменти, за допомогою яких можна створювати «розумні» приміщення будь-якого розміру, від невеликих міських квартир до багатоповерхових офісних центрів [8]. При цьому завдяки бездротовим

					ДП.АКІТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

технологіям для перетворення звичайної будівлі на «розумну» не потрібно робити складний ремонт або вибудовувати додаткову мережеву інфраструктуру. Сам процес трохи складніший за заміну звичайної електричної розетки або вимикача. Загалом, БСДА, «розумного будинку», включає в себе три основні компоненти: сенсорів, актуаторів і центрального контролера.

Сенсори використовуються, щоб збирати та аналізувати інформацію про актуальний стан довкілля. Це - "ніс", "очі" і "вуха" системи розумного будинку (рисунок 1.5). На даний час наявна велика кількість як найрізноманітніших сенсорів - вологості, температури, задимлення та затоплення, рівня CO₂, сенсори руху та об'єму, сенсори розриву цілісності контуру, вимірювачі споживчих потужностей та електроенергії і це є значний перелік, кількість типів різних сенсорів наростає з кожним наступним днем.



Рисунок 1.5 – Різновид сенсорів системи управління та автоматизацією будинку

Виконавчі технічні засоби або «актуатори» використовуються для того, щоб керувати будь-якими фізичними об'єктами або механізмами та пристроями або змінювати стан навколишнього середовища. Найневибагливіші та найпопулярніші актуатори – це є розетки з рядом можливостей дистанційного включення/відключення, вимикачі світла та димери, ІЧ-випромінювачі для керування кондиціонерами, "розумні" цоколі

					ДП.АКІТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

для ламп освітлення і тому подібне. Проте наведений перелік актуаторів не обмежується. Серед них є керовані бездротові замки дверей, модулі керування двигунами жалюзі, опалювальними пристроями, елементами систем вентиляції. Очікується, що в найближчому майбутньому як актуатор в системі домашньої автоматизації зможе виступати практично будь-який побутовий прилад (пральні машини, плити, праски, холодильники), телевізійна техніка, музичні центри та ряд інших побутових приладів.

Центральний контролер чи іншими словами кажучи «хаб» «розумного будинку» отримує інформацію від сенсорів та посилає управляючі сигнали актуаторам. Саме в хабі зосереджено весь наявний, можливий інтелект «розумного будинку». В більшості загальноприйнятих випадків «хаб» служить з'єднувальним мостом між «розумним будинком», точніше кажучи мережею сенсорів і актуаторів і локальною домашньою провідною або безпроводною WiFi-мережею. В основній більшості випадків у центральному контролері наявний власний web-сервер, на основі якого доступ до керування «розумним будинком» отримується з будь-якого web-браузера, персонального комп'ютера чи ноутбука, планшета або смартфона – у середині локальної домашньої мережі так і через інтернет.

Загалом основні можливості центрального контролера в основному залежать від того, наскільки відлагоджене і протестоване або актуальне програмне забезпечення (ПЗ) у ньому інстальоване. В ряді бюджетних продуктів просто надається інтерфейс для того, щоб була можливість дистанційно вмикати/вимикати освітлення, передавати звичайні команди на актуатори, задіяні у локальній мережі домашньої автоматизації або мати можливість перегляду основних параметрів технічного середовища у квартирі чи приватному будинку за допомогою мобільних «гаджетів» чи web-браузера. Значно складніше ПЗ дає можливість реалізовувати автоматичні сценарії, а саме комплексно керувати актуаторами в залежності від комбінацій випадкових подій чи команд від ряду сенсорів. Для прикладу, вмикати вибрані джерела освітлення і збільшувати обігрів повітря кімнат у

					ДП.АКІТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

вечірній час (за таймером або залежно від певного рівня освітленості в будинку або квартирі), створювати позитивну світлову атмосферу для різних ситуативних сценаріїв (сімейна вечеря, перегляд домашнього кінотеатру, пасивний відпочинок чи читання книг).

Найбільш адаптовані контролери керування володіють «штучним інтелектом», що дозволяють генерувати та реалізовувати різнотипні сценарії без участі господаря квартири чи будинку, адаптовуватися під його настрій і тип поведінку (для прикладу, використовуючи дані часу доби та інформацію з ряду сенсорів руху, сенсорів присутності – освітлювати зони переміщення об'єкта у приміщеннях будинку). В основній більшості для цього контролери з'єднуються з хмарними сервісами (підтримуваними виробниками систем та засобів «розумного будинку», так і сервісами іншим виробників), де обробляється і аналізується багато різних сценаріїв і в результаті аналізу великих об'ємів даних виділяються характерні особливості у поведінці господаря будинку і членів сім'ї, а також постійних відвідувачів, генеруються максимально оптимальні шаблони управління домашніми автоматизованими засобами та інфраструктурою. Також в даній ситуації можуть бути задіяні й інші дані, не тільки ті, що отримуються від мережі сенсорів усередині квартири чи будинку – для прикладу, тривалість світлового дня на певній широті, актуальний прогноз погоди та інше.

Досить часто, «просунутому» ПЗ для керування «розумним будинком» не має значення, котра технологія або стандарт зв'язку сенсорів і актуаторів використовується фізично. Достатньо буде лише наявність високорівневого драйвера, що передає в інтерфейс ПЗ усі необхідні дані. У свою чергу до складу бездротової системи управління будинком, можуть включатися і інші, допоміжні засоби та пристрої автоматизації, для прикладу, повторювачі, мережеві комутатори та ретранслятори, перехідні мости під інші, провідні та безпроводні системи, такі як KNX, VascoNET, DMX та інше [8, 9].

					ДП.АКІТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

1.3 Опис контура регулювання та особливостей складних систем автоматизації об'єкта управління

Системи безпеки сучасних технологічних помешкань, так званих «розумних будинків» поєднують у собі багато функцій традиційної охоронної сигналізації з можливістю моніторингу, управління та взаємодії будинку із програми на смартфоні або планшеті.

Система безпеки «розумного будинку» - це набір підключених до інтернету пристроїв безпеки, які зазвичай включають комбінацію бездротових камер безпеки, сирен, детекторів руху, дверних замків і сенсорів, які виявляють, коли двері або вікно були відчинені і за якої умови. Конкретні гаджети, об'єднані разом, роблять систему безпеки різною для різних комплектів та брендів, але більшість виробників пропонують низку різних комплексів, а також можливість купувати додаткові сумісні гаджети окремо.

Усі системи безпеки в даному випадку «розумного будинку» керуються центральним підключенням до інтернету «концентратором», який бездротовою мережею підключається до програми для смартфона та інших компонентів системи та обмінюється з ними даними. Використовуючи програму на смартфоні або планшеті, користувач може контролювати свій будинок, отримуючи сповіщення, переглядаючи фотографії або відео, зняті камерою безпеки, і в деяких випадках, керувати елементами вашого будинку, такими як освітлення, опалення або побутова техніка.

На сьогоднішній день на ринку послуг систем безпеки заміського будинку пропонують більше, ніж просто безпеку. Для прикладу, комплект для домашнього моніторингу та керування KX-HN6012EW від Panasonic має камеру, яка також може працювати як радіоняня завдяки нічному баченню, двосторонньому динаміку та попередньо завантаженим колисковим. SmartThings комплект від Samsung, таким чином, суміщений з сенсором вологості, який може попередити вас про підтоплення або витік це є корисно,

					ДП.АКІТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

якщо в будинку в сім'ї схильні до забування вимкнути воду. В залежності від комплектації, що встановлюється в будинку, є можливість запрограмувати свої пристрої на реакцію певним чином, для прикладу, налаштувати камеру для запису відео або інтелектуальну розетку для увімкнення світла під час відкриття/закриття дверей.

Також розглянуті комплекти програмно-апаратних засобів дають можливість спостереження за приходом та доглядом близьких людей та домашніх тварин за допомогою невеликих особистих міток, які прикріплюються до кільця для ключів, гаманця або нашійника. Застосовуючи такі засоби, попередньо узгоджується той факт, що коли людина або домашня тварина прибувають додому, або якщо літній родич зненацька залишає будинок або не рухався якийсь час, такі умовності дають можливість догляду, опіки в дистанційному порядку. Технічні засоби такого характеру класифікуються як пристрої телемедицини та GPS – моніторингу, вони орієнтовані на турботу про людей, тварин, а не на систему безпеки будинку чи квартири.

Забезпечення безпеки та створення максимального комфорту – це основні завдання, які має вирішувати автоматизація будинку. Захист майна, надійна, безперебійна робота обладнання, попередження аварійних ситуацій та можливих зазіхань ззовні – такі основні функції системи безпеки концепції «розумного будинку» (рисунки 1.6). Залежно від побажання власників та індивідуальних характеристик пристроїв, система може забезпечити різний рівень захищеності, який разом із високим ступенем комфорту стане запорукою спокою та благополуччя.

Автоматизовані системи безпеки «розумного будинку» не лише захищають територію та приміщення від небажаних відвідувачів, а й контролюють цілісність всього обладнання, проводять безперервну діагностику приладів на їхню справність та працездатність, з метою унеможливленню протікань, перегріву та інших аварійних ситуацій.

					ДП.АКІТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

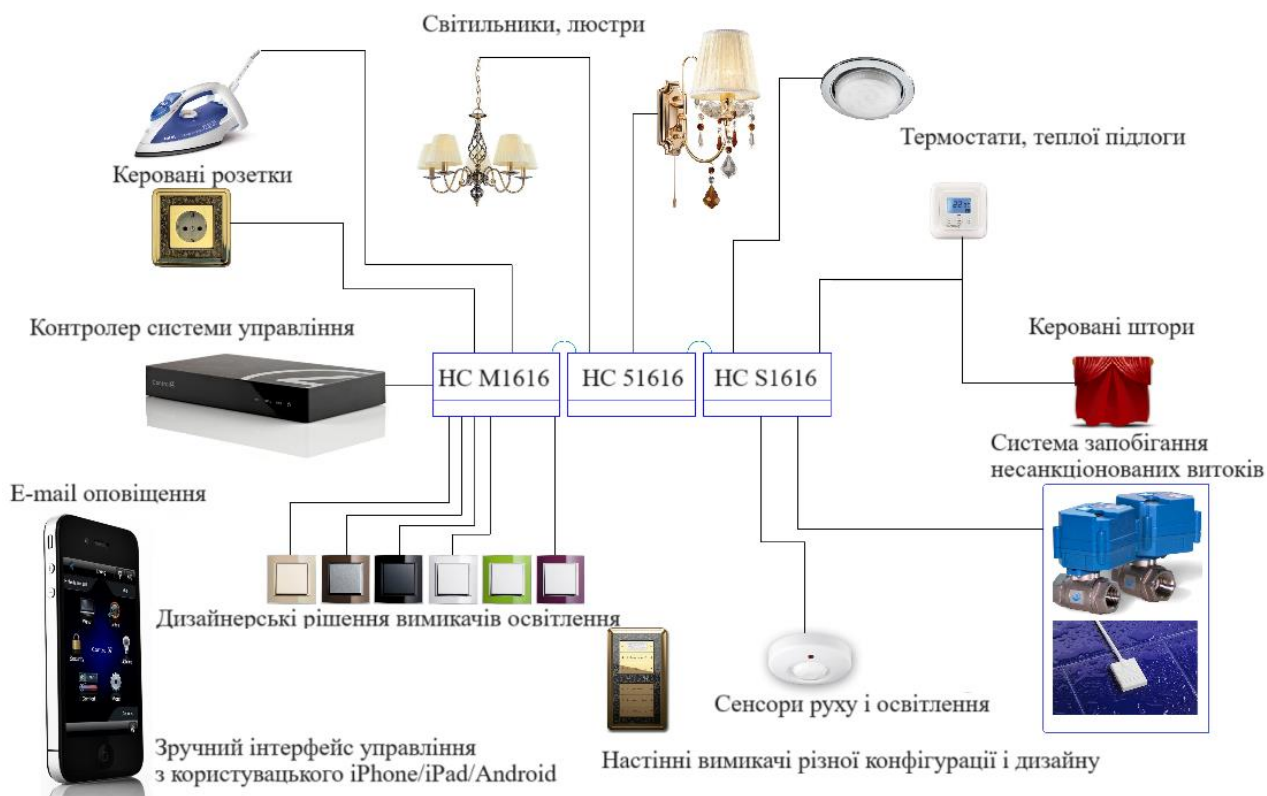


Рисунок 1.6 – Загальна структура класичної системи безпеки замиського (приватного) будинку

Автоматизовані системи безпеки включають [10]:

- відеоспостереження за ділянкою;
- відеоспостереження усередині будинку;
- охоронно-пожежну сигналізацію;
- охорону периметра;
- домофони (голосовий та/або відео);
- контролююче обладнання систем тощо.

Вище наведені основні складові «розумної безпеки», кожен пункт яких має в своєму розпорядженні індивідуальний перелік функціоналу, дозволяючи вести моніторинг діяльності людей і довірене майно з максимальним ступенем надійності. Інтелектуальна система безпеки розумних будинків передбачає забезпечення захисту за кількома основними напрямками, які умовно можна поділити на ряд груп, що включають в себе переліки функціональних можливостей.

					ДП.АКІТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Забезпечення безпеки та охорона здоров'я людини за допомогою апаратно-програмних засобів дозволяє виконувати наступні функції:

- контролює цілісність периметрів (вікон, дверей);
- надає можливість виклику позавідомчої охорони;
- здійснює автоматизоване керування захисними жалюзі;
- виконує відеоспостереження за територією та приміщеннями, дозволяючи отримати картинку через інтернет із будь-якої з камер;
- захищає від протікання, поширення газу, пожеж, а також запобігає іншим ситуаціям, що загрожують життю та здоров'ю людини;
- надає додаткові можливості для оптимального догляду за дитиною (відеоняні, дистанційне керування комунікаціями дитячих кімнат тощо).

Здійснення контролю інженерної безпеки за допомогою автоматизованих систем дає можливість:

- попередження замикання в електромережі, протікання води та газу (сенсори CO, CH, O₂, потоку тощо), займання (індикатори задимленості), та інше;
- наявність автоматичної системи пожежогасіння;
- наявність у своєму розпорядженні системи аварійної сигналізації для оповіщення та виклику сервісних служб;
- наявність у своєму розпорядженні автономного енергопостачання (дизель-генератор) і т.д.

Виконання обов'язків захисту будинку, території та особистого майна засобами системи безпеки «розумного дому» можуть [10, 11]:

- імітувати присутність людей (включати світло, закривати штори), щоб уникнути проникнення небажаних відвідувачів;
- здійснювати автоматизований контроль доступу на територію ділянки та до приміщення (сенсори руху);
- проводити відеоспостереження за прилеглою територією;

					ДП.АКІТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

- автоматично включати світлове і звукове оповіщення при небажаному проникненні на територію, що захищається, і т.д.

Автоматизовані системи «розумний будинок» забезпечують високий рівень надійності. Інтелектуальні системи безпеки, створені на основі використання обладнання таких відомих виробників, як CAREL, ELTAKO, LONIX, MERTEN, KING-EYE SECURITY та інших, це оптимальний вибір перевірених засобів на користь захисту і безпеки людей проживаючих у будинку. Приклад інтерфейсу додатку для смартфона чи планшета системи безпеки представлений на рисунку 1.7.

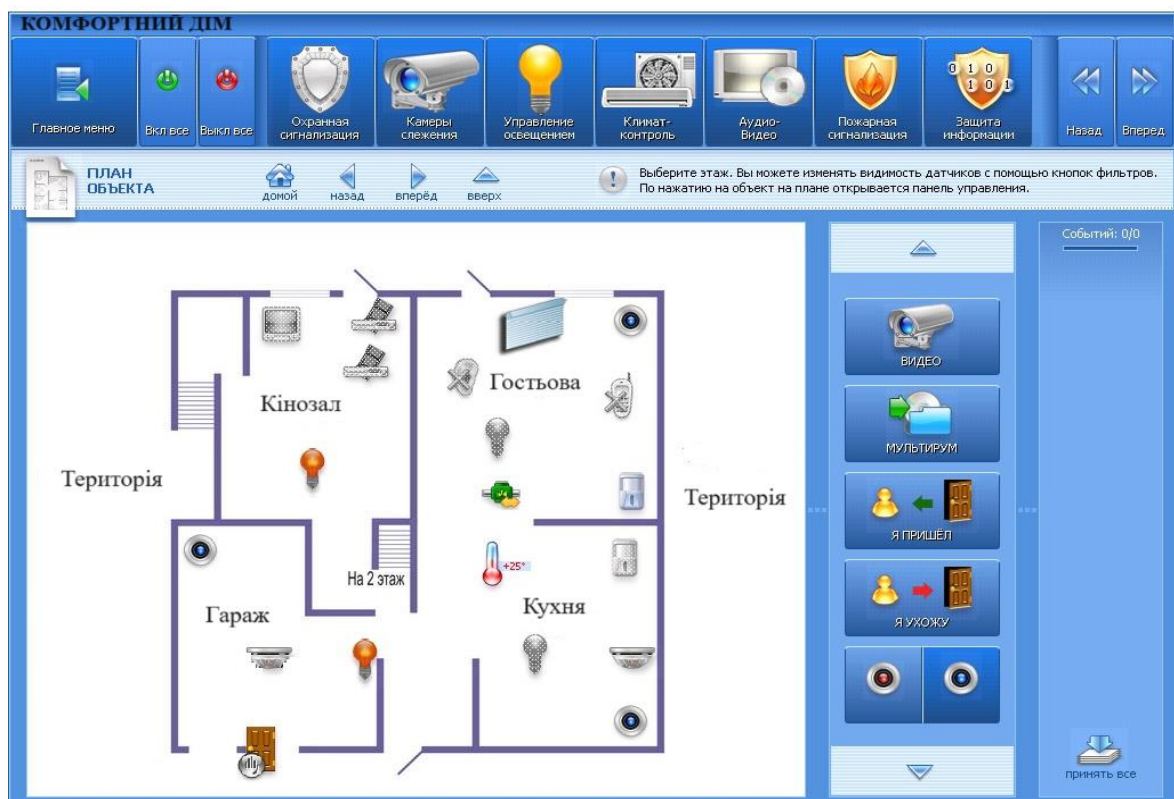


Рисунок 1.7 – Інтерфейс автоматизованої системи безпеки

Більшість виробників випускають продукцію, яка підтримує відкриті протоколи (KNX). Незалежно від бренду, ключові компоненти сумісні між собою без між мережевого з'єднання. Це дозволяє компонувати різні рішення під завдання замовника. Частина системи, що підтримує закритий протокол (наприклад, Crestron) – власність розробника, сумісні лише з компонентами того ж бренду. Змінити протокол із закритого на відкритий після укладання

					ДП.АКІТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

інформаційного кабелю не завжди можливо. Проте системи можна комбінувати, якщо таку можливість передбачити на етапі проектування.

Питання забезпечення безпеки є актуальним навіть для найменших об'єктів. Для ефективної роботи інтелектуалізованих автоматизованих систем безпеки приватних будинків потрібно лише грамотно підібрати комплекс технічних та організаційних рішень. Системи під загальною назвою «розумний будинок» покликані забезпечити всебічну безпеку, економію енергоресурсів і при цьому позбавити користувача рутинних операцій.

					ДП.АКІТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

2. СПЕЦИФІКАЦІЯ ВИБОРУ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ

2.1 Реалізація структури і компонентів комп'ютерно-інтегрованої системи безпеки приватного будинку та функціональне представлення основних вузлів управління

Загальні принципи організації охорони об'єктів добре відомі та описані у численних інформаційних джерелах. При всьому різноманітті та особливостях різних способів захисту ці принципи зводяться до створення кількох рубежів захисту та комплексу організаційних заходів щодо припинення дій зловмисника.

При виборі засобів захисту житла, власник виходить насамперед з оцінки можливої небезпеки. Ця оцінка залежить від роду занять, розташування, добробуту споживача і інших факторів. Оцінка можливої загрози багато в чому є суб'єктивною, тому остаточний вибір структури електронної системи захисту завжди залишається за споживачем або власником будинку де планується встановлення тої чи іншої системи безпеки.

Для реалізації концепції побудови охоронної системи для приватного домоволодіння є деякі відмінності від систем охорони великих об'єктів. Особливості побудови та класичну структуру автоматизованої системи охорони приватного будинку представлено на рисунку 2.1. Головна відмінність полягає у різних фінансових можливостях промислового чи торговельного підприємства та власника приватного котеджу чи дачного будинку. Найчастіше господар будинку виходить й не так з бажаних технічних показників охоронної системи, скільки з тієї грошової суми, що він готовий виділити на оснащення електронної охоронної системи. Звідси впливають підвищені вимоги щодо надійності устаткування. Загальновідомо, що надійність системи загалом тим нижча, що більше елементів включає цю систему. Тому, підвищення надійності системи

					ДП.АКІТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

необхідно звести до певної кількості різнотипних пристроїв (сенсорів, розширювачів, розподільних коробок тощо) до мінімуму, що дасть можливість розумно визначити необхідне до виконання поставленої задачі. Крім того, обслуговування значно спрощується, якщо система складається з однотипних, взаємозамінних елементів.

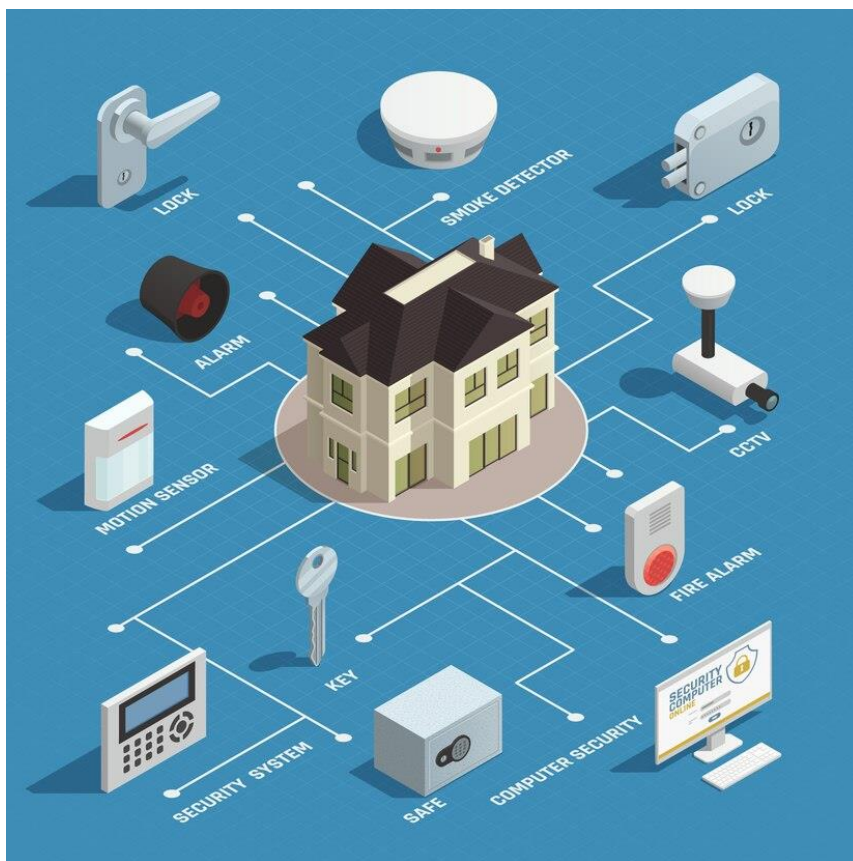


Рисунок 2.1 – Загальноприйнята архітектура охоронної системи для приватного сектора

З точки зору користувача, навіть складна система електронного захисту має складатися з кількох функціонально незалежних частин, простих у налаштуванні та застосуванні. Такий підхід підвищує надійність системи загалом і знижує експлуатаційні витрати. З іншого боку не варто економити на стадії побудови системи, купуючи дешевше обладнання маловідомих фірм, морально застаріле або функціонально обмежене. На стадії розробки бажано закладати деяку надмірність обладнання за технічними та функціональними характеристиками. Більшість сучасних систем охорони

мають модульну структуру, що дозволяє розширювати систему шляхом додавання додаткових блоків [11].

Третя відмінність електронних систем безпеки індивідуального будинку полягає у підвищених естетичних вимогах до елементів систем безпеки та якості виконання монтажних робіт. Виконання цієї вимоги також полегшується при зведенні до функціонально розумного мінімуму кількості різних сенсорів та інших елементів системи, що потребують відкритої установки.

Один із загальноприйнятих підходів до побудови системи електронного захисту будівлі від несанкціонованого проникнення (охоронної сигналізації) полягає у встановленні у всіх приміщеннях, що мають вікна сенсорів розбиття скла, а на всі двері та рухомі частини вікон магнітно-контактних датчиків на відчинення. В умовах індивідуального котеджу надзвичайно важко встановити сенсори з дотриманням естетичних вимог та прокласти сигнальні шлейфи без порушення покриття стін та підлоги. Навіть якщо прокладати шлейфи на стадії будівництва будинку, то дуже трудомістким процесом буде прихована установка віконних сенсорів. Велика кількість дротових шлейфів та прихованих сенсорів знижує надійність та ремонтпридатність системи. Крім того, в умовах заміського будинку, як правило, потрібно захищати три рівні: цоколь, перший та другий поверхи. В іншому випадку система не виконуватиме покладених на неї завдань. Тому, загальноприйнятий, підхід найбільш прийнятний при побудові систем охоронної сигналізації для дачних та садових будиночків з недорогим внутрішнім оздобленням, де встановлення сенсорів та прокладання проводів може бути виконане відкритим способом.

Найдешевший і менш трудомісткий підхід полягає у застосуванні внутрішніх сенсорів руху у всіх приміщеннях будинку. Головний недолік цього способу полягає в тому, що об'єкт може бути взятий під охорону тільки без людей в будинку.

					ДП.АКТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Зважаючи на вищевикладені базові принципи, спеціалісти у своїй практичній роботі беруть за основу створення замкнутої охоронної зони за зовнішнім периметром будівлі за допомогою інфрачервоних сенсорів руху, встановлених із зовнішнього боку зовнішніх стін. Звичайна кількість сенсорів становить 6-12 штук залежно від розмірів та конфігурації будівлі. Розмір забороненої зони зазвичай становить 3-5 метрів і може регулюватися в залежності від конкретних умов у процесі налаштування системи. Така система може бути поставлена в режим охорони, як без господарів, так і в нічний час, коли господарі знаходяться всередині будинку. На відміну від внутрішніх сенсорів, така система попереджає про можливе вторгнення заздалегідь, а не тоді, коли зловмисник уже проник у будинок. Завдяки відлякуючій дії зовнішніх звукових і світлових сигналів, проникнення в більшості випадків буде можна запобігти. Додаткові внутрішні сенсори будь-яких типів можуть застосовуватися для створення додаткових меж захисту особливо важливих приміщень усередині будинку.

Іншим рубежем захисту електронної охоронної системи може бути загородження периметра присадибної ділянки. Для захисту периметра приватних володінь зазвичай застосовують активні променеві сенсори, що працюють за принципом переривання невидимого інфрачервоного променя. Щоб така система виконувала свої функції, потрібна наявність міцної огорожі (бетонної або цегляної). Доцільне застосування периметрових систем на ділянках площею від 0,5 га у поєднанні із системою охоронного відеоспостереження за наявності постійного поста охорони. Інші типи електронних периметрових систем малопридатні для індивідуальних ділянок через обов'язкову наявність смуги відчуження шириною кілька метрів і високої ймовірності помилкових тривог. Периметрові системи охоронної сигналізації найдорожчі на відміну від інших типів систем.

Незалежно від типів застосовуваних сенсорів основою охоронної системи є приймально-контрольний прилад, за допомогою якого

					ДП.АКІТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

здійснюється контроль усіх шлейфів сигналізації, генерації та передачі тривожних повідомлень, управління виконавчими пристроями.

У загальному випадку система охоронного відеоспостереження є складовою електронної системи захисту, що включає охоронно-пожежну сигналізацію та засоби управління доступом. Виходячи з цього визначаються місця встановлення відеокамер: перегляд під'їзних шляхів - додатковий точок виявлення на дальніх підступах, в'їзні ворота та вхідні двері, стоянка автомобіля, місця придатні для укриття. У темну пору доби необхідно передбачити освітлення контрольованих зон.

Найпростіша система охоронного відеоспостереження буде добрим доповненням до системи охоронної сигналізації, що захищає периметр будинку. За допомогою спеціального відеореєстратора тривалого запису або цифрового спеціального відеореєстратора можна вести відеопрокол, що дозволяє ідентифікувати зловмисника при настанні тривожної ситуації. Крім основної функції охорони, система охоронного відеоспостереження створює додаткові зручності, наприклад, полегшує спостереження за маленькими дітьми на території заміського будинку, дистанційне керування приводами в'їзних воріт тощо. За відсутності на ділянці постійного поста охорони система має швидше допоміжне значення, тому для зручності користування кількість відеокамер має бути не більше ніж 4-5.

Навпаки, за наявності постійної охорони система охоронного відеоспостереження сама може стати основою електронної системи безпеки. Тим більше, що всі сучасні пристрої обробки відеосигналів мають вбудований детектор руху, входи для керування записом по тривозі та виходи для керування зовнішніми пристроями.

Надійний спосіб забезпечити безпеку житла – встановлення гібридної (різнотипної) охоронної системи. І якщо в квартирі в основному застосовується лише один її тип — захист від проникнення, — то в приватному будинку система безпеки може містити різні підсистеми:

					ДП.АКТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

спостереження за підходами та під'їздами до будівлі, охорона периметра, охорона внутрішніх приміщень.

В загальній практиці існує чотири основні види охоронних систем [12]:

- СОТС (система охорони та тривожної сигналізації) - при проникненні у приміщення спрацьовують тривожні сенсори, і на пульт охоронної служби надходить сигнал, це найпоширеніший вид охорони квартир та офісів у багатоповерхових спорудах;
- СКУД (система контролю та управління доступом), з її допомогою можна керувати замками, приводами зовнішніх воріт, здійснювати контроль доступу до приміщень, куди вхід сторонніх небажаний;
- СОВС (система охоронного відеоспостереження), що здійснюється за допомогою звичайних або спеціальних камер;
- СІТУ (система інженерно-технічної укріпленості), до неї відносять також високі паркани, міцність вікон і воріт, надійність дверних замків, наявність бункера або потаємних укріплених кімнат - все, що може ускладнити зловмисникам доступ до приміщення.

"Розумний дім" - технологія управління всіма охоронними системами за допомогою одного пристрою.

Захисні сигналізації для приватного будинку (квартири) розрізняються за методом передачі інформації та отримувачу. В іншому вони схожі за принципом роботи, який побудований на взаємодії елементів захисного обладнання (рисунок 2.2):

- набору сенсорів;
- пристроям прийому та контролю;
- блок живлення;
- інтерфейс охоронної сигналізації, що включає пристрої керування: клавіатури, кнопки, монітор, ідентифікатори;
- виконавче обладнання: світлові оповіщувачі, тривожна сирена, засоби, що відповідають за передачу сигналів на гаджет господаря, приміщення чи пульт охоронної компанії;

					ДП.АКІТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Магнітно-контактні сенсори розміщують на вікнах та дверях. При включеній системі охорони вони спрацьовують під час відкривання. Пасивні інфрачервоні, це одні з найпопулярніших сенсорів. Принцип їхньої дії полягає у фіксації різких температурних змін. Коли зловмисник, що проник у приміщення, потрапляє в поле виявлення пасивного інфрачервоного сигналізатора, елемент фіксує різке підвищення температури, а потім швидке її зниження. За таких коливань сенсор спрацьовує. Пасивні інфрачервоні сенсори, залежно від моделі, мають різні кути дії. Вони бувають точковими або з оглядом на 360 градусів. З огляду на це вибирають місце розташування сенсора – на стелі чи стіні [12, 13].

Ультразвукові сенсори, під час роботи такі сенсори випромінюють ультразвук частотою від 15 до 75 кГц. Постійні хвилі, що виходять з джерела, досягаючи стіни, повертаються до пристрою. Якщо по дорозі ультразвуку нікого немає, хвиля повернеться до сигналізатора, не змінивши частоти. При проходженні через тіло людини певна частка енергії поглинається, що призводить до зміни частоти хвилі. Виявивши це сенсор відправляє сигнал на приймально-контрольне пристрій.

Фотоелектричні сенсори, такі сенсори розпізнають рух зловмисника, використовуючи промені звичайного або інфрачервоного спектра. При проходженні людини крізь промінь пристрій спрацьовує. Фотоелектричні матричні елементи (рецептори) кріпляться на стінках, а щоб їх не можна було обійти, в приміщенні встановлюється кілька хаотично розташованих сигналізаторів.

Сейсмічні сенсори, пристрої такого типу фіксують на скляних або віконних рамах. При розбиванні скла виникають ударні частоти від 3 до 5 кГц, сенсор фіксує їх та відправляє тривожний сигнал на приймально-контрольний пристрій. Встановлення всередині квартири або приватного будинку сигналізаторів різних типів дає гарантію, що зловмисник увійшовши до приміщення, буде виявлений. Відкриття дверей (вікна), руйнування скла, рух людини – за будь-якої дії сенсор відправить сигнал на контрольний

					ДП.АКІТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

прилад та пульт охоронної фірми або служби, а потім сповістить власника об'єкта.

Сенсори та приймально-контрольні пристрої виготовляють, керуючись принципом взаємозамінності. За потреби комплекс захисного обладнання легко розширюється. Вигляд і необхідну кількість сигналізаторів підбирають, враховуючи вигляд і конфігурацію приміщення, що охороняється. Не потрібно прагнути поставити якнайбільше сенсорів у квартирі чи приватному будинку. Пристрої дублюватимуть один одного, вартість комплексу охорони значно зросте, а ефективність не підвищиться. Щоб грамотно розрахувати та організувати охоронну систему потрібно врахувати усі особливості об'єкта, що охороняється (квартири чи приватного будинку їх периметри) і обладнання, яке планується встановлювати.

2.2 Обґрунтування вибору центрального модуля управління та периферійних пристроїв обробки і передачі сигналів автоматизованої системи

Охоронна сигналізація або система безпеки - сукупність технічних засобів для виявлення, появи порушника на об'єкті, що охороняється, і подання повідомлення про тривогу для вживання заходів щодо затримання порушника. З визначення можна виділити кілька основних завдань системи безпеки [14]:

- виявлення порушника;
- формування повідомлення про виявлення порушника у потрібному інформаційному форматі;
- передача повідомлення у потрібному форматі у певне місце;
- забезпечення процедури постановки на охорону та зняття з охорони (взяття/зняття).

Залежно від необхідної точності виявлення місця проникнення порушника застосовуються неадресні та адресні системи охоронної

					ДП.АКІТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сигналізації. У неадресних системах точність виявлення забезпечується до шлейфу сигналізації. В адресних системах місце проникнення порушника визначається з точністю до місця встановлення конкретного сповіщувача та його зони чутливості.

Великі об'єкти можуть складатися з ряду територіально розосереджених будівель, так що за допомогою одного приладу та кількох шлейфів сигналізації не можна охопити всі приміщення. З іншого боку, на об'єкті може бути досить багато самостійних будівель зі своїми периметрами, і потрібні відокремлені процедури управління сигналізацією: постановка на охорону та зняття з охорони. Найчастіше на великих об'єктах формується ціла мережа постів охорони з черговими операторами на комп'ютерних автоматизованих робочих місцях із спеціальним програмним забезпеченням управління системою охорони.

На середніх та великих об'єктах приймально-контрольні прилади та інші технічні засоби охорони зі складу технічних засобів інтегральної системи охорони (ІСО) «Оріон» доцільно об'єднувати у загальну централізовану систему, яка працює під управлінням «головного пристрою (центрального контролера)» — мережевого контролера. Як мережевий контролер можуть виступати пульти «С2000», «С2000М», так само може використовуватися персональний комп'ютер із встановленим на ньому програмним забезпеченням АРМ «Оріон Про».



Рисунок 2.3 – Загальний вигляд мережевого контролера (пульта управління) системи безпеки С2000М

					ДП.АКІТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

С2000М - пульт контролю та управління охоронно-пожежний, призначений для інформаційного об'єднання пристроїв ІСО «Оріон» з метою організації єдиного центру управління та збору системних повідомлень, об'єднання шлейфів сигналізації у розділи, створення перехресних зв'язків між розділами та виходами з різних приладів, розширення можливостей відображення інформації. Взаємодія між пультом С2000М та приладами ІСО «Оріон» відбувається за інтерфейсом RS-485 з передачею інформації в протоколі «Оріон». Забезпечує відображення системних повідомлень на символному рідкокристалічному екрані та їх збереження в енергонезалежному буфері (архіві) з можливістю перегляду. Керує відображенням станів розділів на блоках індикації пристрої "С2000-БІ", "С2000-БКІ" та "С2000-БІ". Для кращого сприйняття повідомлень можливе задання текстових описів розділів, сигналів шлейфів, адресних сповіщувачів і користувачів. Дозволяє керувати розділами (ставити на охорону та знімати з охорони), використовуючи PIN-код, на самому пульті або клавіатурах «С2000-К» та «С2000-КС», ключами Touch Memory або картами Proximity з будь-якого приладу, який має вхід для підключення зчитувача, з блоків «С2000-БКІ», SMS повідомленнями через «УО-4С». Підтримує сценарії керування виходами, мовним оповіщенням, шлейфами сигналізації та режимами доступу. Сценарії керування виходами дозволяють створювати власні програми керування виконавчими пристроями. Сценарії керування мовним оповіщенням дозволяють керувати приладами мовного сповіщення серії «Рупор» і можуть використовуватися для оповіщення синхронного та з поділом об'єкта на зони. Сценарії керування режимом доступу призначені для автоматичного відчинення дверей на шляхах евакуації під час пожежі. Сценарії керування шлейфами можуть використовуватися для автоматичного керування шлейфами сигналізації (для встановлення на охорону або зняття з охорони) або режимами роботи пристроїв «С2000-АСПТ» та «Потік-3Н» за системними подіями [15].

					ДП.АКІТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

У централізованій системі, де прилади функціонують під керуванням мережевого контролера, можливо:

- групувати шлейфи сигналізації у логічні розділи, завдяки розділам стає простіше керувати великою групою зон лише за допомогою однієї команди;
- гнучко розмежувати повноваження користувачів з управління системою;
- включити в будь-якому потрібному місці об'єкта додаткові пристрої, що доповнюють функціонал: блоки індикації, клавіатури, прилади передачі сповіщень, сигнально-пускові блоки;
- встановити зв'язок подій між шлейфами сигналізації одного приладу та релейними виходами іншого;
- збільшити інформативність повідомлень за рахунок візуального відображення на моніторі комп'ютера областей об'єкта.

Об'єднання приладів під управління мережевого контролера С2000-КДЛ дозволяє створити так звану розподільно-модульну систему, що складається з окремих пристроїв різного призначення, але працює як єдиний механізм (рисунок 2.4). У разі обриву каналів зв'язку між модулями, кожен із них зберігає свою працездатність у повному обсязі до відновлення з'єднання з мережним контролером. Загалом до одного мережевого контролера в ІСО «Оріон» можна підключити до 127 приладів та пристроїв охоронної сигналізації 20 різних типів. Для цього використовується загальний інтерфейс RS-485 і двохпровідникова лінія зв'язку.



Рисунок 2.4 – Загальний вигляд мережевого контролера С2000-КДЛ

					ДП.АКІТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Мережевий контролер представлений на рисунку 2.4 - пристрій двохпровідникової лінії зв'язку з гальванічною ізоляцією «С2000-КДЛ-2І» призначений для застосування у складі інтегрованої системи охорони "Оріон". Як складовий блок суміщеного розширюваного адресно-аналогового пристрою для охорони об'єктів від проникнення та пожеж шляхом контролю (входів), які можуть бути представлені адресними охоронними, пожежними та охоронно-пожежними сповіщувачами або контрольованими ланцюгами (КЛ) адресних розширювачів (АР) управління за допомогою виходів адресних сигнально-пускових блоків. Вище згаданий мережевий контролер здійснює контроль включаючи адресні входи (адресні сповіщувачі або КЛ адресних розширювачів) систем протипожежного захисту (оповіщення, димовідведення, вогнезатримування та інших виконавчих пристроїв), видачі тривожних сповіщень при спрацьовуванні сповіщувачів або порушенні КЛ АР на пульті управління (пульт контролю та управління «С2000М», прилад приймально-контрольний та управління «Сіріус» або комп'ютер) по інтерфейсу RS-485, а також для локального управління власними адресними виходами та централізованим управлінням виходами та виходами, що входять до складу розділів системи.

Всі приймально-контрольні пристрої мають свої особливості, і їх застосування часто залежить від специфіки об'єкта і технічних вимог в його окремих зонах. Для прикладу, в одноповерховому будинку з низкою незалежних приміщень, у кожному своя група користувачів з Proximity-картками, доцільно використовувати кілька С2000-4, по одному на 2 приміщення. Для кожного приміщення можна виділити по 2 шлейфи сигналізації: один – для контролю дверей та вікон за допомогою магнітоконтактних сповіщувачів (традиційний 1-й рубіж охорони – «периметр»), другий – для контролю площі приміщення, з включенням до нього об'ємних оптико-електронних сповіщувачів (2-й рубіж охорони - "обсяг"). Співробітники компаній-власників або орендарів двох сусідніх приміщень зможуть користуватися спільним зчитувачем для керування

					ДП.АКТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сигналізацією, але «прив'язані» до свого приміщення в базі користувачів приладу, або мережевого контролера.

З іншого боку, на багатоповерховому будинку з постом охорони на першому поверсі, на якому черговий зобов'язаний щодня за розкладом ставити приміщення на охорону та знімати з охорони, зручно використовувати сигнал-20м з кнопковим керуванням.

Якщо місце порушення має бути виявлене з точністю до місця встановлення сповіщувача, слід застосувати адресну охоронну сигналізацію, яка будується на базі контролера С2000-КДЛ та набору пристроїв різного призначення. Адресна ОС має одну унікальну властивість: електроживлення її сповіщувачів здійснюється за провідною лінією зв'язку, що знімає питання про прокладання до них ліній живлення. В ІСО «Оріон» є досить широкий набір адресних сповіщувачів різного призначення, а саме (рисунок 2.5) [16]:

- сповіщувач телефонний (С2000-ИТ);
- сповіщувач по радіоканалах стандарту GSM (УО-4С);
- блок індикації (С2000-БИ).

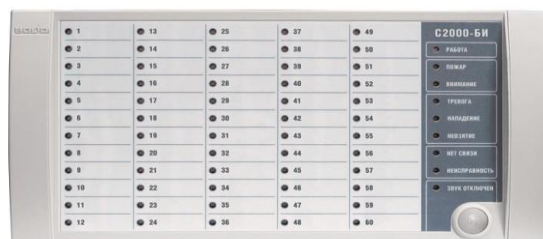
Блок індикації С2000-БИ призначений для роботи у складі ІСО «Оріон» спільно з пультом контролю та управління С2000 (С2000М) та відображення за допомогою вбудованих індикаторів та звукової сигналізації повідомлень про події у 60 розділах системи. Окреме відображення на 60 двоколірних індикаторах станів контрольованих розділів: «Взято», «Взяття», «Знято», «Тривога», «Напад», «Невзяття», «Пожежа», «Увага», «Несправність», «Порушення технолог. ШС», «Норма технолог. ШС», «Протікання», «Підвищення/Зниження температури», «Підвищення/Зниження рівня», «Двері Зламани», «Двері Заблоковані», «Двері Відчинені/зачинені», «Доступ закритий/відчинений/у нормі». Відображення на світлодіодних індикаторах: «Пожежа», «Увага», «Тривога», «Напад», «Невзяття» та «Несправність» тривоги та несправностей у прикріпленій до блоку «С2000 БІ» SMD частині системи «Оріон».

					ДП.АКТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43



а)

б)



в)

Рисунок 2.5 – Загальний вигляд сповіщувачів комп’ютерно-інтегрованої системи безпеки: а) - сповіщувач телефонний (С2000-ИТ), б) - сповіщувач по радіоканалах стандарту GSM (УО-4С), в) - блок індикації (С2000-БИ).

До основних можливостей можна також віднести увімкнення звукового сигналу при отриманні тривожного повідомлення за одним або декількома контрольованими розділами та можливість його скидання оператором, що у свою чергу дає можливість формуванню повідомлення про відкриття корпусу на пульті С2000. Програмування адресів пристрою в системі, номерів закріплених розділів, типу індикації, часу звучання звукової сигналізації дозволяє ефективно налаштувати блок індикації. Часова синхронізація часу пультом С2000 (С2000М) і керування розділами за допомогою ключів Touch Memoгу є додатковими можливостями даного пристрою.

Сповіщувач телефонний С2000-ИТ, забезпечує передачу повідомлень від пульта С2000 або АРМ Орion по телефонній мережі кодом на пульт централізованого спостереження, повідомлення на пейджер або голосове повідомлення на заданий телефон. Можлива автономна робота,

забезпечується реакція на стан вхідного шлейфу. Перелік основних можливостей є наступний [17]:

- передача повідомлень у чотирьох напрямках (за чотирма незалежними телефонними номерами);
- надсилання цифрових повідомлень у форматі Ademco Contact ID;
- надсилання мовних повідомлень на телефон;
- 1 шлейф сигналізації з контролем "сухих контактів" повідомлення "Загальна тривога";
- індикація стану контролера, обміну за інтерфейсом RS-485 та абонентської лінії зв'язку;
- періодичний тестовий контроль справності телефонної лінії;
- контроль відкриття корпусу;
- можливість автоматичного підключення зовнішнього телефону за відсутності передачі сповіщень.

Пристрій сповіщення УО-4С по радіоканалу стандарту GSM призначений для застосування в автономних та централізованих системах пожежної безпеки та охорони на різних об'єктах, приватних, житлових, виробничих та комерційних (торгові центри, лікарні, спортивні комплекси, бізнес-центри, житлові об'єкти та місця з великим скупченням людей). Даний пристрій працює як автономно, так і в системі «Оріон», він передає повідомлення каналами стільникового зв'язку GSM. До основних технічних характеристик відносять [18]:

- наявність 4-х тривожних входів ШС;
- напруга на входах ШС - 6-12В;
- обмеження струму, що йде ШС — до 12 мА;
- тимчасовий проміжок інтеграції ШС - 30 мс;
- наявність трьох релейних виходів;
- ліміт комутованого струму - для постійного 1А, для змінного - 0,5А;
- максимальна напруга, що комутується, — постійна 24В, змінна — 100В;

					ДП.АКІТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

- ліміт комутованої потужності – до 10Вт;
- наявність зовнішнього зчитувача "Dallas Touch Memory" для захисту та швидкого доступу до пристрою;
- можливість підключити паралельно 4 контактні пристрої;
- можливість підключити 1 світловий індикатор "LED";
- пам'ять Touch Memory зберігає до 16 ключів.

Резервоване джерело живлення, вхідна напруга якого складає 150...250В, вихідна напруга 13...14,2В, номінальний струм навантаження 8 А, максимальний струм навантаження 10А (до 10 хвилин), під акумулятор 12В 17Аг, світлова та звукова індикація режимів роботи, діагностичний вихід "Перехід на резервне живлення" типу "відкритий колектор", захист від короткого замикання (рисунок 2.6).



Рисунок 2.6 – Загальний вигляд блоку резервного живлення системи безпеки

Блок безперебійного живлення призначений для безперебійного електроживлення пристроїв та приладів системи безпеки, охоронно-пожежної сигналізації та активних сенсорів напругою 12В постійного струму.

					ДП.АКІТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

2.3 Вибір сповіщувачів та сенсорних засобів автоматизованої системи управління безпекою заміського будинку

Сповіщувачі – пристрої для виявлення порушника або зловмисника. Дані пристрої мають чутливі елементи, що реагують на певні ознаки порушника у зоні виявлення. Сповіщувачі виявляють проникнення на територію об'єкта, що охороняється, через паркани і каналізацію, в приміщення через вікна і двері, несанкціоноване пересування людей (контроль об'єму), дії з руйнування стін і перекриттів.

При проектуванні охоронної сигналізації об'єкт розбивається на локальні зони, що охороняються, при цьому сповіщувачі встановлюються в місцях можливих шляхів проникнення порушника на об'єкт. Після виявлення сповіщувачі формують сповіщення про тривогу. Приймально-контрольні прилади (ПКП) – багатофункціональні пристрої призначені для прийому сигналів від сповіщувачів по шлейфах сигналізації і виконують включення світлових та звукових оповіщувачів, видачі інформації на пульти централізованого спостереження, забезпечення процедури постановки/зняття за допомогою органів управління. Органи управління у системах безпеки використовуються виносні та вбудовані пульти та клавіатури із секретними кодами, а також зчитувачі спільно з електронними ідентифікаторами (картками та ключами).

Оповіщувачі – пристрої для сповіщення людей про тривогу на об'єкті за допомогою звукових або світлових сигналів. Прилади передачі сповіщень - пристрої, призначені для отримання повідомлення про тривогу, перетворення та передачі його в заданому вигляді по різних каналах зв'язку (GSM-канал, виділена або комутована провідна телефонна лінія) на пульти централізованого спостереження або інше обладнання віддаленим користувачам. Системи передачі сповіщень – сукупність технічних засобів призначений (кінцеві пристрої, прилади передачі сповіщень, каналоутворювальне обладнання, пульти централізованого спостереження)

					ДП.АКТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

для передачі тривожних сповіщень каналами зв'язку та прийому у віддаленому пункті централізованої охорони, а також передачі та прийому команд управління процедурою взяття/зняття охорони. Пульти централізованого спостереження - технічні засоби (сукупність технічних засобів), що встановлюються в пункті централізованої охорони для прийому від приладів (систем) передачі повідомлень про тривогу на об'єктах, що охороняються [17, 18].

Основними складовими системи безпеки будинку є система охорони та сигналізації для будь-якого об'єкта, що охороняється система включає кілька основних компонентів. Одним із ключових елементів є камери відеоспостереження, які записують зображення всередині та навколо будинку. Вони можуть бути встановлені у різних місцях, щоб забезпечити повне покриття житлової площі. Сенсори руху також є важливою складовою системи охорони та безпеки будинку. Вони виявляють рух та активують систему оповіщення та сигналізації. Крім того, системи контролю доступу та сигналізації злому також часто використовується у таких системах.

Загалом аналіз сповіщувачів для системи безпеки включає представлення основних можливостей на технічних характеристиках пристрою (рисунок 2.7). Сповіщувач охоронний С2000-СТІК, суміщений, об'ємний оптико-електронний і акустичний, адресний призначений для виявлення руйнування скляних вікон завтовшки від 2,5 до 8 мм і проникнення (спроби проникнення) в простір закритого приміщення. В одному корпусі поєднані сповіщувач охоронний об'ємний С2000-ІК та сповіщувач поверхневий звуковий адресний С2000-СТ. Застосовується з контролером С2000-КДЛ та С2000-КДЛ-2І.

Опис представленого сповіщувача С2000-СТІК включає: сучасний дизайн корпусу, мікропроцесорну обробку сигналів, стійкість до впливу перешкод, живлення по двопровідниковій лінії зв'язку, контроль напруги живлення, кнопка ТАМПЕР для налаштування сповіщувача та виявлення спроб несанкціонованого доступу, дискретна зміна акустичної чутливості,

					ДП.АКТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

світловий індикатор червоного кольору для контролю працездатності ІЧ сповіщувача, світловий індикатор зеленого кольору для контролю працездатності звукового сповіщувача, можливість керування режимом індикації.



Рисунок 2.7 – Загальний вигляд сповіщувача С2000-СТІК

Основні технічні характеристики включають наступне:

- робоча дальність дії: звуковий сповіщувач – 6 м;
- робоча дальність дії: ІЧ- сповіщувач - 0,3-12 м;
- стійкість до зовнішнього засвічення ІЧ частини сповіщувача не менше 6500 лк;
- час фіксації порушення зони трохи більше 300 мс;
- робочий діапазон температур мінус 10 до +45°С;
- ступінь захисту корпусу IP41.

Не від’ємним елементом будь-якої системи безпеки є тривожна кнопка, один з варіантів представлений на рисунку 2.8. Призначення виробу кнопка тривожна адресна С2000-КТ призначена для ручного подання сигналу тривоги під час роботи у складі інтегрованої системи охорони. Електроживлення та інформаційний обмін кнопки здійснюється по двохпровідниковій лінії зв'язку контролера С2000-КДЛ. Даний виріб підтримує протокол двохпровідникової лінії зв'язку та дозволяє отримувати значення напруги ДПЛС у місці свого підключення [19].

Технічні характеристики С2000-КТ є наступні:

- напруга в лінії зв'язку, 8...10 В;

					ДП.АКІТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

- споживаний струм, не більше 0.5 мА;
- час технічної готовності, не більше 15 мс;
- діапазон робочих температур -30...+50 °С;
- відносна вологість до 93% при +40°С;
- ступінь захисту IP41;
- вага не більше 45 гр.



Рисунок 2.8 – Загальний вигляд тривожної кнопки С2000-КТ

Сповіщувач вібраційний адресний С2000-В (рисунок 2.9), сповіщувач призначений для виявлення спроби навмисного руйнування (злому) бетонних стін і перекриттів завтовшки не менше 0,12 м, цегляних стін завтовшки не менше 0,15 м, дерев'яних конструкцій завтовшки від 20 до 40 мм, фанери товщиною не менше 4 мм, конструкцій з деревостружкових плит товщиною не менше 15 мм, типових металевих сейфів, шаф, дверей та банкоматів.



Рисунок 2.9 – Загальний вигляд сповіщувача вібраційного С2000-В

					ДІАКІТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Основні технічні характеристики С2000-В:

- функціонал – вібраційний;
- робоча температура -35...+50°C;
- струм споживання 3 мА;
- ступінь захисту корпусу IP30.

Вібраційний адресний охоронний сповіщувач контролює чутливий елемент і зусилля кріплення до поверхні, що охороняється. Живиться по двохпровідниковій лінії від С2000-КДЛ.

Сенсор-сповіщувач С2000-ПК-СТ - сповіщувач охоронний суміщений об'ємний, оптико-електронний та поверхнево-звуковий, адресний (рисунок 2.10). Даний пристрій призначений для виявлення руйнування скла товщиною від 2,5 до 8 мм і проникнення (спроби проникнення) в простір закритого приміщення і передачі повідомлення про тривогу по двохпровідниковій лінії зв'язку контролеру С2000-КДЛ або С2000-КДЛ-2І. Сповіщувач призначений для роботи у складі системи інтегрованих охоронно-пожежних сигналізації та систем безпеки.



Рисунок 2.10 – Загальний вигляд Сенсор-сповіщувач С2000-ПК-СТ

Технічні характеристики є наступні:

- робоча дальність дії: звуковий сповіщувач – 6 м, ІЧ- сповіщувач - овал 10-9 м;
- кут огляду зони виявлення СТ-каналу: у горизонтальній площині – 120°, вертикальній площині - 90 °;

					ДП.АКІТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

- кут огляду зони виявлення ІЧ-каналу у горизонтальній площині – 360°;
- час фіксації порушення зони не більше 300 мс;
- час технічної готовності не більше 60 с;
- робочий діапазон температур від мінус 20 до +45°С;
- відносна вологість до 90% при +25°С;
- ступінь захисту корпусу ІР30.

Сповіщувач охоронний, магнітоконтактний адресний С2000-СМК застосовуються для охорони віконних та дверних проїомів (пластикових та дерев'яних) (рисунок 2.11). С2000-СМК має провід довжиною 1,5 м, підвищений ступінь захисту корпусу та розширений робочий діапазон температур і може встановлюватись на металеві поверхні. Даний сповіщувач застосовуються з контролерами С2000-КДЛ та С2000-КДЛ-2І і має наступні функціональні можливості: спрацювання під час відкриття дверей, живлення по двохпровідниковій лінії зв'язку, адреса сповіщувача зберігається в незалежній пам'яті, перевірка працездатності виробу магнітом, захист від хибних спрацювань, вимірювання значення напруги в ДПЛЗ у місці встановлення.



Рисунок 2.11 – Загальний вигляд сповіщувача магнітоконтактного С2000-СМК

Основні технічні характеристики є наступні:

- відстань спрацювання (до частини у відповідь) 10 мм;

					ДП.АКІТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

- час фіксації порушення зони трохи більше 300 мс;
- споживаний струм не більше 0,5 мА;
- робочий діапазон температур -30...+50°C;
- відносна вологість до 93% при +40°C;
- ступінь захисту корпусу IP41;
- вага 0,01 кг.

Крім охоронної функції, комп'ютерно-інтегрована система безпеки за допомогою спеціальних сенсорів стежить за станом протипожежної, газової та водопровідної систем, фіксує позаштатні ситуації та сповіщає власника, а також – залежно від запрограмованих можливостей охоронної системи загалом – надсилає сигнал на знеструмлення приміщення чи відключення газу.

За ситуацією в будинку можна стежити з телефону або планшета в режимі онлайн за допомогою охоронних відеокамер. Записи з яких постійно можуть дублюватися в «хмару», тому підробити або видалити їх просто неможливо. Це значно підвищує рівень безпеки таких систем.

					ДП.АКІТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

3. РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ

3.1 Розробка функціональної схеми комплексу технічних засобів

Системи автоматичного регулювання (САР) використовуються для задач регулювання окремих, а також загальних параметрів (інтенсивність спрацювань, кількість контрольованих зон) об'єкта управління. У САУ, що експлуатуються на сьогоднішній день системи автоматичного регулювання є загалом підсистемами САУ, які застосовують для регулювання основних і додаткових параметрів під час управління об'єктом чи його процесами. Основний принцип дії різних САР заключається в тому, щоб виявити відхилення основних регульованих величин, що відображають роботу об'єкта управління або відхилення процесу від заданого режиму роботи і при цьому задавати значний вплив на об'єкт або процес таким чином, щоб усунути видимі відхилення [1].

Каскадна систем автоматичного управління (САУ) складається з кількох контурів регулювання, кожен з яких регулює свою технологічну (основну чи допоміжну) величину. Необхідність використання каскадних систем обумовлена тим, що багато об'єктів управління характеризуються значною інерційністю та великим часом запізнення по каналу управління. Ці обставини обмежують граничні величини коефіцієнтів передачі автоматичних регуляторів, знижують їхню швидкодію і, як наслідок, погіршують показники якості регулювання. При автоматизації систем безпеки на різної складності об'єктах найчастіше використовують двоконтурні каскадні системи з ПД регуляторами.

У розділі представлено можливості систем автоматичного управління з типовим ПД-регулятором, а також із модифікованим регулятором. Представлено процедуру розрахунку їх параметрів з урахуванням модального підходу. Проведено порівняльне дослідження працездатності системи з ПД- та ПД²-регулятором при нестационарних параметрах об'єкта

					ДП.АКТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

управління та вплив зовнішніх збурень шляхом чисельного моделювання у середовищі MatLab.

Типові регулятори широко застосовуються в промисловості протягом багатьох десятиліть і не втратили своєї актуальності на сьогоднішній день. Причинами настільки високої популярності є простота побудови та промислового використання, вивченість властивостей та принципу дії, придатність для вирішення більшості практичних завдань та низька вартість. Все вищеперераховане – незаперечні переваги типових регуляторів.

Типовий ПІД-регулятор повністю вирішує завдання стабілізації нелінійних об'єктів першого порядку. В силу практичних зручностей такі регулятори використовуються і для об'єктів вище за перший порядок. Проте при цьому вимушено послаблюються вимоги до системи як у частині динамічних властивостей, так і щодо придушення збурень, тим паче за наявності у системі не лінійностей. На сьогоднішній день не так багато технічних об'єктів можуть бути представлени керуванням першого порядку, тоді як рівняннями другого порядку добре описується динаміка більшості промислових об'єктів. Істотно розширити область застосування традиційних ПІД-регуляторів можна шляхом введення додаткових каналів. На основі ПІД-регулятора представляються різні регулятори, що володіють тими чи іншими властивостями: ПІІД, регулятор дробового порядку, регулятор з ваговими коефіцієнтами помилково по помилках. Насамперед, модифікації припускають перетворення регулятора таким чином, щоб він став стійким до різних впливів.

У третьому розділі представлений оригінальний ПІІД-регулятор, отриманий шляхом додавання до типового ПІД-регулятора додаткового каналу подвійного диференціювання. Основною метою викладеного тут матеріалу є представити процедуру розрахунку параметрів ПІД- і ПІІД-регуляторів, порівняти працездатність систем автоматичного керування з такими регуляторами.

					ДП.АКТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У роботі розглядається динамічний об'єкт, модель якого представлена у вигляді [20, 21]:

$$W(p) = \frac{K_0}{p^2 + a_2 \cdot p + a_1},$$

де K_0 – коефіцієнт підсилення. Параметри об'єкта a_2 та a_1 можуть бути відомі не точно окрім заданих меж зміни, $a_{1 \min} \leq |a_1| \leq a_{1 \max}$, $a_{2 \min} \leq |a_2| \leq a_{2 \max}$, в залежності від умов роботи системи. Передбачається також, що на вхід об'єкта управління може діяти збурення.

Необхідність розрахунку стійкого регулятора, що забезпечує в системі якість процесів, заданий у вигляді оцінок часу перехідного процесу, перерегулювання та припустимої помилки у статиці.

Як відомо, модель ідеального ПД-регулятора має вигляд:

$$W_{\text{під}}(p) = \frac{K_{\text{д}} \cdot p^2 + K_{\text{п}} \cdot p + K_{\text{і}}}{p}.$$

Структурна схема замкнутої системи з ПД-регулятором представлена на рисунку 3.1. У даному розділі роботи розглянуто модифікований ПД-регулятор, з наступною передавальною функцією [21]:

$$W_{\text{під}}(p) = K_{\text{п}} + \frac{K_{\text{і}}}{p} + K_{\text{д1}}p + K_{\text{д2}}p^2.$$

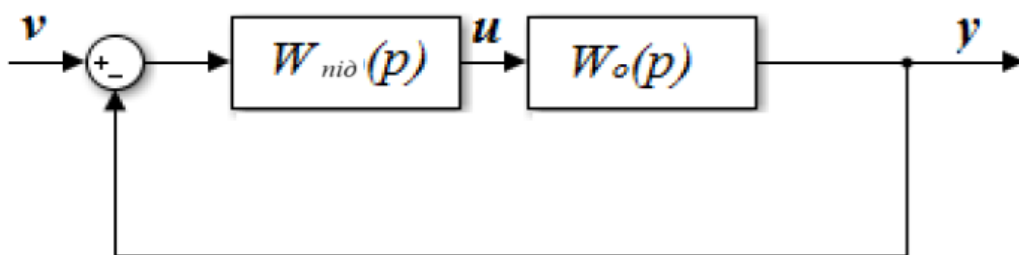


Рисунок 3.1 – Структурна схема системи з ПД регулятором

Після перетворень передавальна функція набуває вигляду наступного вигляду:

$$W_{\text{під}}(p) = \frac{K_{\text{д2}}p^3 + K_{\text{д1}}p^2 + K_{\text{п}}p + K_{\text{і}}}{p}.$$

Основною проблемою при реалізації як ПД-, так і П²Д-регуляторів є канал похідної сигналу помилки (диференціальна складова).

Підсилення цього каналу лінійно зростає з зростанням частоти, що призводить до наступних небажаних ефектів на виході:

- підвищується високочастотна складова сигналу помилки, через що зменшується співвідношення сигнал/шум, а це дестабілізує об'єкт керування;
- виникають імпульси великої амплітуди в момент стрибкоподібної зміни рівня помилки, навіть якщо вихідний сигнал системи змінюється досить повільно, сигнал установки цілком може зазнавати стрибкоподібної зміни, що поступає на вхід диференціатора і попадання дельтаподібних імпульсів може призвести до серйозних наслідків: від тихого пробую до гучного вибуху регульованої установки.

Існує кілька способів часткового усунення небажаних ефектів, пов'язаних з диференціальною складовою регулятора, такі як використання низькочастотних фільтрів, перенесення входу диференційного каналу.

Скориставшись одним із конструктивних методів: для режимів відпрацювання входу та стеження диференціальної складової в системі з П²Д-регулятором перенесено в канал зворотного зв'язку (рисунок 3.2).

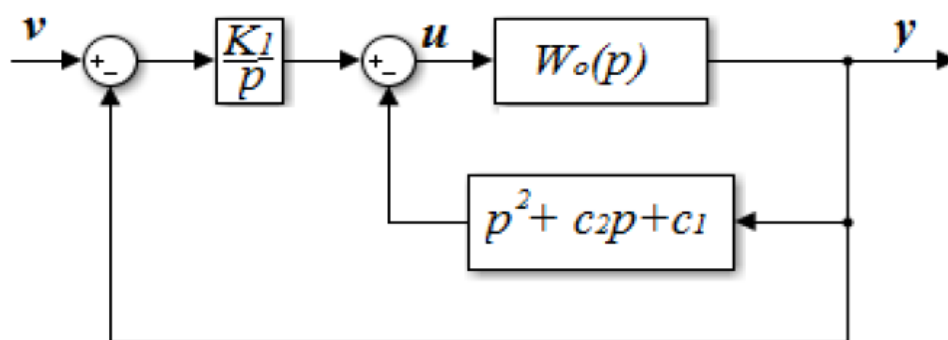


Рисунок 3.2 - Структурна схема системи з П²Д регулятором

Реалізація ПД та П²Д-регуляторів передбачає використання для отримання диференціальних складових спеціальних пристроїв. У даному підрозділі представлено з метою застосувати диференціюючий фільтр,

					ДП.АКІТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

аналогічний тому, що давно використовується в системах, що ґрунтуються на методі локалізації. Його передавальна функція має наступний вид [22]:

$$W_f(p) = \frac{1}{\mu^2 p^2 + 2d\mu p + 1}.$$

При цьому його стала часу μ вибирається з наступної умови, що процеси у фільтрі повинні закінчуватися на порядок швидше, ніж у системі. Коефіцієнт демпфування d – з умови швидкодії і відсутності коливальних, тобто, як правило, діапазоні $d \approx (0,5 \dots 0,7)$.

3.2 Розрахунок ПД та П²Д регуляторів автоматизованої системи

Налаштування ПД-регулятора можна здійснювати з позиції наступних видів синтезу: частотного, модального, спектрального та за допомогою таблиць налаштування. Оскільки відома структура регулятора та вимоги до поведінки замкнутої системи задані у вигляді оцінок перехідних процесів, скористаємося процедурою модального методу синтезу. Вище згадана процедура складається з наступних етапів синтезу.

1. Визначається передавальна функція замкнутої системи з ПД-регулятором,

$$W(p) = \frac{W_o(p)W_{\text{ПД}}(p)}{1 + W_o(p)W_{\text{ПД}}(p)},$$

де $W_o(p)$ - модель об'єкта, $W_{\text{ПД}}(p)$ – модель регулятора.

Підставивши в задане рівняння дані з моделі об'єкта та моделі регулятора і виконавши деякі перетворення, результатом проведеної підстановки є передавальна функція замкнутої системи в наступному вигляді [23, 24]:

$$W(p) = \frac{K_o(K_d p^2 + K_{\text{П}} p + K_I)}{p(p^2 + a_2 p + a_1) + K_o(K_d p^2 + K_{\text{П}} p + K_I)}.$$

2. Записується характеристичне рівняння замкнутої системи у вигляді:

					ДП.АКІТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

$$A(p) = p^3 + (a_2 + K_o K_D) p^2 + (a_1 + K_o K_P) p + K_o K_I = 0.$$

3. Згідно з вимогами, заданими у вигляді оцінок перехідного процесу, що формується бажане характеристичне рівняння. Насамперед, на основі вимог до динаміки вибираються коріння бажаного рівняння, яке записується у вигляді:

$$C_{ж}(p) = (p - \lambda_1)(p - \lambda_2)(p - \lambda_3) = 0$$

або після перетворень

$$C_{ж}(p) = p^3 + d_2 \cdot p^2 + d_1 \cdot p + d_0 = 0.$$

4. Прирівнявши дійсне рівняння замкнутої системи та бажане рівняння записане після перетворень характеристичні рівняння, в результаті отримано:

$$\begin{cases} a_2 + K_o K_D = d_2, \\ a_1 + K_o K_P = d_1, \\ K_o K_I = d_0. \end{cases}$$

Звідси розрахункові співвідношення для параметрів ПД-регулятора набувають форми:

$$\begin{cases} K_D = \frac{d_2 - a_2}{K_o}, \\ K_P = \frac{d_1 - a_1}{K_o}, \\ K_I = \frac{d_0}{K_o}. \end{cases}$$

Очевидно, що дані співвідношення дозволяють однозначно визначити потрібні параметри регулятора.

Для розрахунку параметрів П²Д-регулятора також використовується процедура модального методу синтезу, яка в даному у разі набуває форми наступним етапів синтезу [25].

1. Передавальна функція замкнутої системи з ПІД-регулятором визначається за допомогою структурної схеми представленої на рисунку 3.2, і має наступний вигляд [26]:

$$W_3(p) = \frac{K_o K_1}{(1 + K_o K_2)p^3 + (a_2 + K_o K_2 c_2)p^2 + (a_1 + K_o K_2 c_1)p + K_o K_1}.$$

Характеристичне рівняння замкнутої системи знаходиться як:

$$A(p) = (1 + K_o K_2)p^3 + (a_2 + K_o K_2 c_2)p^2 + (a_1 + K_o K_2 c_1)p + K_o K_1 = 0.$$

2. Бажане рівняння після перетворень має наступний вигляд:

$$C_{\text{ж}}(p) = p^3 + d_2 \cdot p^2 + d_1 \cdot p + d_0 = 0.$$

3. Порівнявши дійсне рівняння та бажане рівняння після перетворення характеристичні рівняння отримують наступні співвідношення для визначення шуканих параметрів ПІД-регулятора:

$$\begin{cases} \frac{a_2 + K_o K_2 c_2}{1 + K_o K_2} = d_2, \\ \frac{a_1 + K_o K_2 c_1}{1 + K_o K_2} = d_1, \\ \frac{K_o K_1}{1 + K_o K_2} = d_0. \end{cases}$$

В результаті отримано систему співвідношень представлену вище, що є не до визначеною, вона містить чотири невідомі параметри.

Наступним етапом пропонується заздалегідь вибрати параметр K_2 , виходячи з необхідної точності процесів у системі та враховуючи, що від нього залежить глибина зворотного зв'язку. Якщо вибрати K_2 досить великим, то у виразі знаменника $(1 + K_o K_2)$ одиницею можна знехтувати, що суттєво спрощує процедуру розрахунку.

					ДП.АКІТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3 Дослідження стійкості системи та якості регулювання на етапах побудови кривої перехідних процесів

Для ефективного дослідження стійкості САУ на основі параметрів якості регулювання з допомогою ПД регуляторів представлено об'єкт, модель якого показана наступною передавальною функцією [27]:

$$W(p) = \frac{1}{p^2 + 2 \cdot p + 1},$$

де $a_{2\text{ном}} = 2$, $a_{1\text{ном}} = 1$. Вимоги до якості процесів у системі є наступні: $t_{\text{пп}} \leq 3\text{с}$, $\sigma \leq 10\%$, $\Delta = 0\%$.

Наступним кроком представлено працездатність системи з ПД- та ПІД-регуляторами для даного об'єкта. Відповідно до заданих вимог якості процесів у системі обрано наступні коріння $\lambda_1 = -2$, $\lambda_2 = -2,5$, $\lambda_3 = -3$ та сформоване бажане рівняння:

$$C_{\text{ж}}(p) = p^3 + 7,5p^2 + 18,5p + 15,$$

якому відповідає перехідна характеристика, яка представлена на рисунку 3.3. Необхідно, щоб процеси в замкнених системах з ПД та ПІД-регуляторами відповідали бажаному (рисунок 3.3).

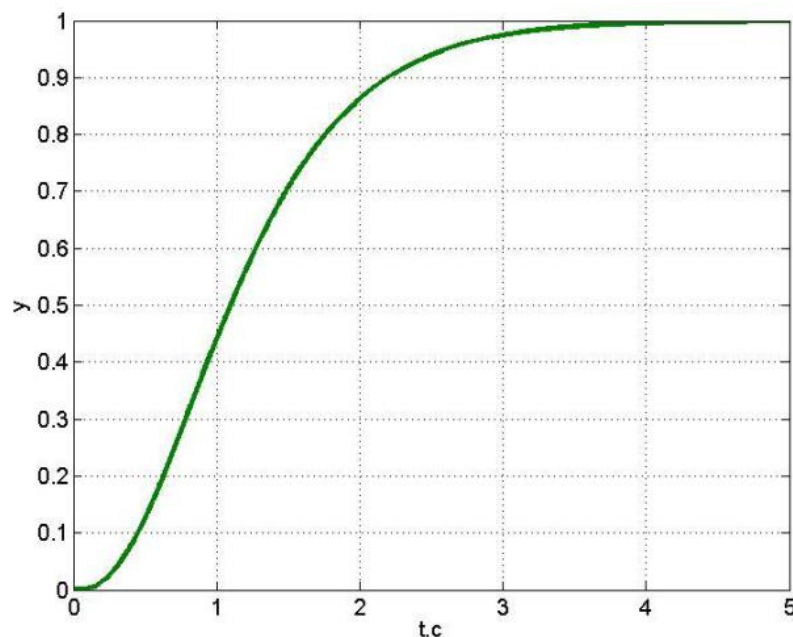


Рисунок 3.3 – Бажана перехідна характеристика системи

Відповідно до співвідношення параметрів ПІД регулятора розраховані коефіцієнти ПІД-регулятора: $K_P = 17,5$, $K_I = 15$, $K_D = 5,5$. Коефіцієнти ПІ²Д-регулятора отримані з використанням співвідношень для виявлення пошукових параметрів ПІ²Д регулятора:

$$K_2 = 74, \quad K_1 = 1125, \quad c_2 \cong 7,6, \quad c_1 \cong 18,7.$$

Дослідження властивостей систем з ПІД- та ПІ²Д-регуляторами здійснювалося у середовищі MatLab та SimulinkLibrary. Стала часу фільтра $W_f(p)$ обрана рівною $\mu = 0,0001$.

Як показує практика, процес у системі з ПІ²Д- регулятором (рисунок 3.4) повністю відповідає бажаній перехідній характеристиці системи (рисунок 3.3). У системі з ПІД- регулятором, незважаючи на те, що обрано дійсні корені бажаного рівняння, є присутнє пере регулювання [28, 29].

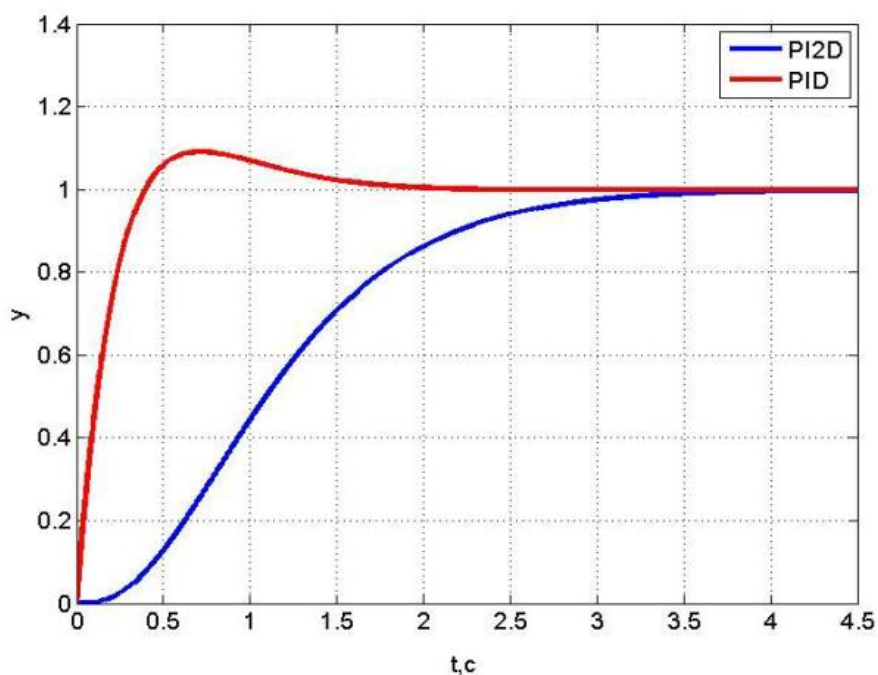


Рисунок 3.4 – Перехідні характеристики системи з ПІД і ПІ²Д регуляторами

У процесі реального функціонування систему неминуче діють зовнішні збурення, пов'язані з не ідеальністю навколишнього середовища, інерційністю матеріалів і тому подібне.

Дослідивши вплив на якість процесів у системах з ПІД- та ПІ²Д-регуляторами збурювального впливу $M(t)$, прикладеного до входу ОУ та

					ДП.АКТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

діючого від процесу до процесу. Модель такого збурення має наступний вигляд:

$$M(t) = \begin{cases} 2, & t = 3c, \\ -3, & t = 4c. \end{cases}$$

На рисунках 3.5 та 3.6 представлена реакція системи на вплив, що збурює.

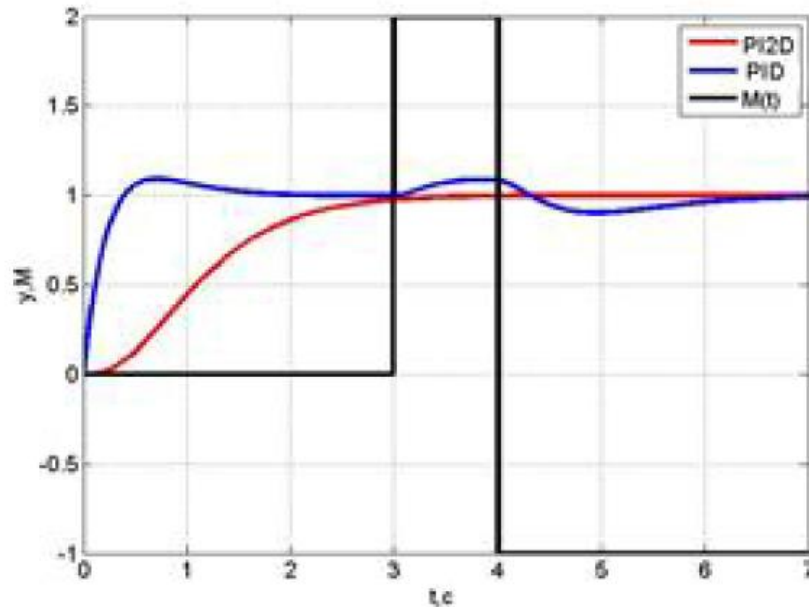


Рисунок 3.5 – перехідна характеристика системи при дії збурення на входах ОУ

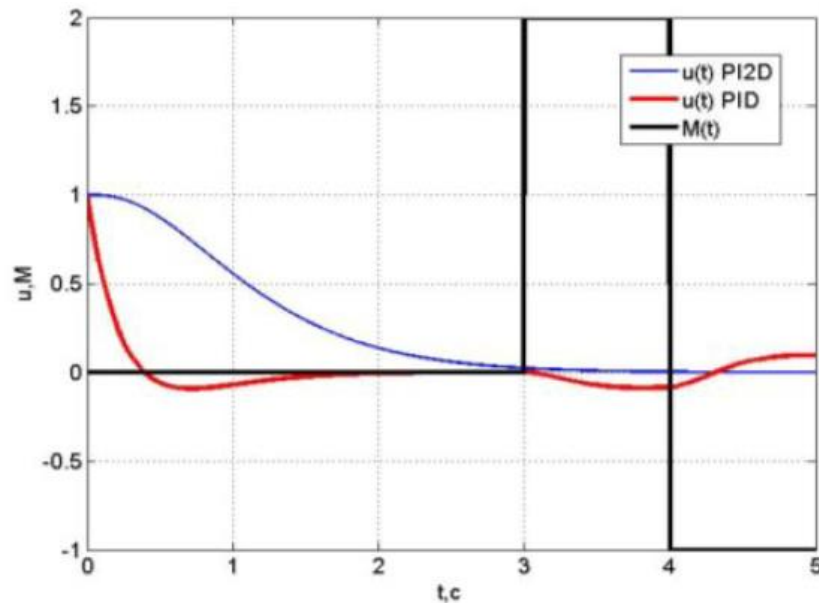


Рисунок 3.6 – Графіки управління взаємодії при впливі на систему збурення $M(t)$

В результаті проведених досліджень можна сказати, що навіть за короткострокової дії на вхід об'єкта, що збурює вплив в системі з ПД-регулятором момент дії збурення виникають перехідні процеси, тоді як система з П²Д-регулятором практично не реагує на цей вплив. Досліджуючи вплив нестационарних параметрів об'єкта управління a_2 та a_1 , що змінюються від процесу до процесу в діапазоні $\pm 30\%$ [30, 31].

На основі рисунка 3.7 видно, що зменшення параметра a_2 веде до збільшення перерегулювання та часу перехідного процесу, а при зменшенні параметра a_2 на 30% процеси в системі з ПД-регулятором перестають задовольняти пред'явлених до них вимог. На якість процесів у системі з П²Д-регулятором зміна параметра a_2 на 30% щодо номінального значення впливу не надає.

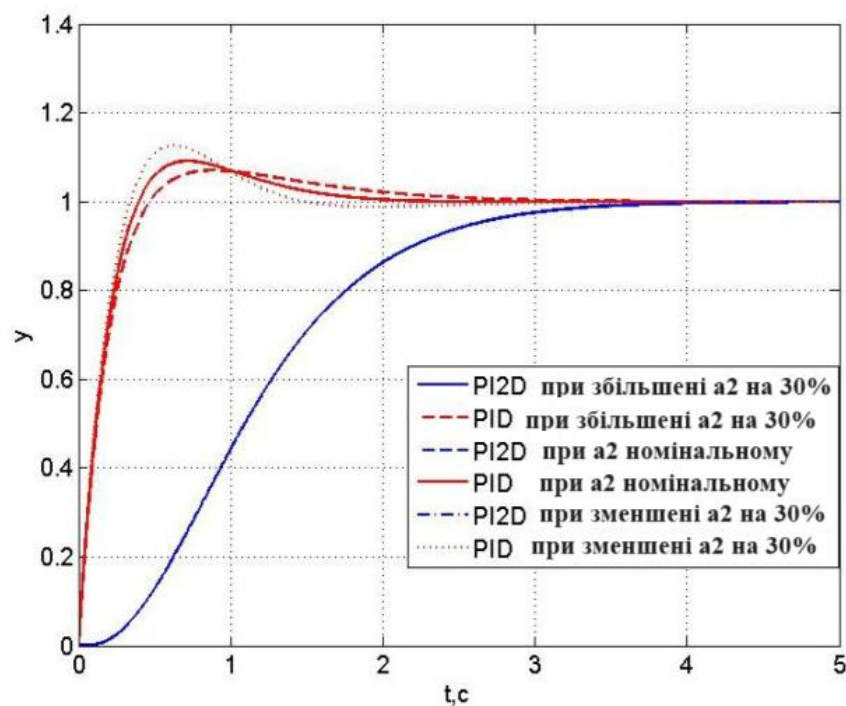


Рисунок 3.7 – Перехідні процеси в системах при різних значеннях параметра a_2

Із представленого рисунка 3.8 видно, що зміна параметра a_1 вказує на систему як з ПД-, так і П²Д- регулятором, дія аналогічна до зміни параметра a_2 .

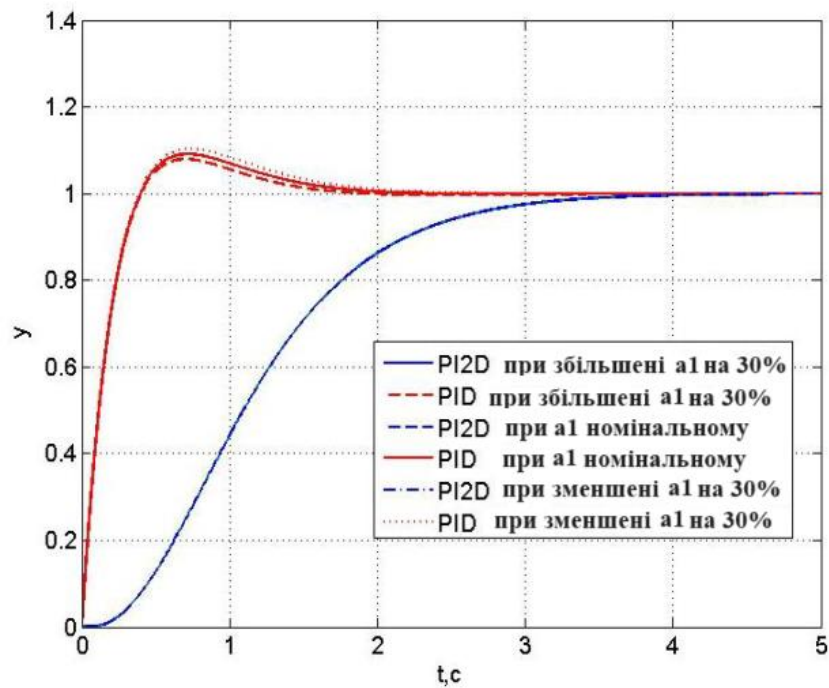


Рисунок 3.8 – Перехідні процеси в системах при різних значеннях параметра a_1

У даному розділі розглянуто можливості застосування типового ПІД-та модифікованого ПІ²Д-регулятора для керування об'єктами другого порядку [31-35].

Для реалізації каналу диференціювання був використаний відомий прийом перенесення його каналу зворотного зв'язку, що дозволило спростити процедуру розрахунку регуляторів. В результаті проведеного порівняльного аналізу виявилось, що розрахована за запропонованою процедурою система з ПІ²Д-регулятором має стійкі властивості. В порівнянні із системою з ПІД-регулятором вона здатна відпрацьовувати як вплив зовнішніх збурень, так і нестационарні параметри об'єкт управління.

ВИСНОВКИ

У запропонованій кваліфікаційній роботі розроблена комп'ютерно-інтегрована система безпеки заміського будинку. Пріоритетний етап автоматизації зосереджений на процесах виконання поставлених задач, функціонування автоматизованих програмно-технічних засобів за допомогою, промислового мікроконтролерного обладнання – мережесих контролерів, модулів розширення для сенсорів та виконавчих механізмів. Використані технічні засоби автоматизації дозволяють контролювати усі периметри зони, що охороняється, а також налаштовувати умови спрацювання та оповіщення на внутрішньому периметрі (в будинку) та зовнішньому (навколо будинку). Це дає змогу оптимально контролювати загальну безпеку мешканців на території домогосподарства.

Представлений аналіз технологічного процесу запропонованої комп'ютерно-інтегрована система безпеки, як об'єкта управління і встановлення недоліків актуальних інформаційних алгоритмів та технічних засобів, які застосовуються при спрацюванні деяких категорій сенсорів на об'єкті домогосподарства. Актуалізовано контрольовані параметри технологічного процесу.

Для ефективного забезпечення нормального функціонування технологічного процесу відповідно до встановленим нормам, проведений вибір програмно-технічних засобів автоматизації, які мають відповідати основним вимогам, до ефективною і якісною роботи запропонованого САУ. На етапі вибору обґрунтовано використання технічних засобів, спеціально для запропонованого об'єкта керування, з врахуванням контрольованих параметрів (периметрів контролю), та засобів контролю (сенсорів та виконавчих механізмів), тощо. Запропоновані програмований логічний контролер, мережесих контролери і обладнання керування напругою та виконавчими механізмами.

					ДП.АКІТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Розроблена структурна схема комплексу апаратно-технічних засобів, а саме САУ регулювання технологічних параметрів, функціонування якої базується на тому, щоб виявляти порушення периметрів, які охороняються, що в свою чергу реєструє відхилення регульованих параметрів, які характеризують роботу об'єкта керування або плин процесів від встановленого режиму роботи. Зосереджена значна увага сенсорам установленим у віконних пройомах, які дозволяють вмикати різного роду оповіщувачі у випадку несанкціонованого проникнення у будинок або нештатним ситуаціям на об'єкті, що охороняється.

Представлений розрахунок параметрів ПД та П²Д регуляторів автоматизованої системи керування безпекою жильців будинку які контролюють роботу сенсорів та виконавчих механізмів, що забезпечує ефективну роботу САУ. У третьому розділі кваліфікаційної роботи представлено процес розрахунку параметрів з врахуванням модального підходу. Представлено порівняльне дослідження працездатності системи з ПД- та П²Д-регулятором при застосуванні не стаціонарних параметрів об'єкта керування і вплив зовнішніх збурень шляхом моделювання у програмному середовищі MATLAB.

Досліджено стійкість запропонованої системи та якості регулювання на різних етапах побудови кривої перехідних процесів. Проведено вибір та обґрунтування параметрів перехідного процесу, розрахована передавальна функція досліджуваної системи при різних контрольних параметрах..

У роботі також розглянуто можливість застосування типового ПД- та модифікованого П²Д-регулятора для управління об'єктами другого порядку. В процесі реалізації каналу диференціювання був застосований відомий метод перенесення каналу зворотного зв'язку, і це дозволило виключити процедуру розрахунку регуляторів. У результаті проведеного порівняльного аналізу показано, що розрахована за запропонованою процедурою система з П²Д-регулятором має досить стійкі властивості. Якщо порівнювати із

					ДП.АКТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

системою з ПД-регулятором вона має можливість відпрацьовувати як вплив зовнішніх збурень, так і нестаціонарні параметри об'єкт управління.

Запропонована у кваліфікаційні роботі САУ забезпечує надійну, безперебійну і якісну роботу в періоди контролю технологічних параметрів на контрольованих периметрах зони, що охороняється, а також дає можливість мінімізувати людський фактор, це значною мірою підвищує ефективність та надійність роботи системи.

					ДП.АКТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дерев'янка О.А., Антошкін О.А., Бондаренко С.М., Христин В.В. Системи пожежної та охоронної сигналізації: Текст лекцій. – Х.: УЦЗУ, 2008. – 144 с.
2. Груба І.І. Система охоронної сигналізації технічні засоби виявлення. Харків: Солон прес. Україна, 2011. 220с.
3. Yang, H., et. al., Securing a Wireless World, Proceedings of the IEEE v. 94 no. 2 Feb. 2006.
4. Міжнародний кодекс із систем пожежної безпеки (резолюція MSC.9873) Видавництво: ЦНИИМФ Рік видання 2016 184с.
5. Ільчук А.В. Технології комп'ютерної безпеки. Монографія 2. МЕНУ, Рівне, 2011.-97 с.
6. Магауенов Р.Г. Системи охоронної сигналізації: основи теорії і принципи побудови. Навчальний посібник для вузів. 2-вид. М.: Гаряча лінія – Телеком. 2008. 496 с.
7. F. Shawki. Microcontroller based smart home with security using gsm technology. International journal of research in engineering and technology. 2015. T. 04, № 06. С. 20–28.
8. Системи рухомого зв'язку. Навчальний посібник / О. О. Семенова, А. О. Семенов, В. С. Бєлов. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 185 с.
9. Конспект лекцій з дисципліни “Основи теорії передавання та кодування інформації” для студ. радіотехнічного ф-ту / Уклад. Г.І. Бондаренко - К.: НТУУ "КПІ", 2019. – 307 с.
10. Захист інформації в комп'ютерних системах та мережах: навч. посібник / С. Г. Семенов [та ін.] ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : НТУ "ХПІ", 2014. – 251 с.
11. Крапивний О. С. Централізований маніторинг віддаленими об'єктами стільниковим зв'язком GSM // Конкурс студентських наукових робіт. – СумДУ, 2021. – 27 с.

					ДП.АКТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

12. Крапивний О. С. Підвищення надійності систем безпеки при роботі з сервісом GSM // Тези науково-технічної конференції «Фізика, електроніка, електротехніка», СумДУ, 2021 р.

13. Поширення земних радіохвиль та мобільний зв'язок / Л. М. Логачова, Т. І. Бугрова / Навчальний посібник. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. – 236 с.

14. Михальчук Д. О., Яворська О. М. Аналіз ринку систем охоронної сигналізації. Матеріали 75-ї науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, науковців, аспірантів та студентів. 2020. С. 49-50.

15. Ahmad M. B., Abdullahi A. A., Muhammad A. S., Saleh Y. B., Usman U. B. The Various Types of sensors used in the Security Alarm system. International Journal of New Computer Architectures and their Applications (IJNCAA). 2019. 9(2). P. 50-59.

16. Погребенник В. Д., Політило Р. В. Ультразвукові сенсори системи охоронної сигналізації. Вісник НТУУ «КПІ». Серія «Приладобудування». 2008. Вип. 36. С. 68-76.

17. Кугір А. В. Автоматизована система охоронної сигналізації для промислового підприємства. 2021. С. 75-76.

18. Çavaş M., Ahmad M. B. A review advancement of security alarm system using internet of things (IoT). International Journal of New Computer Architectures and their Applications (IJNCAA). 9 (2). 2019.P. 38-49.

19. Кучеров Д. П., Березкін А. Л. Радіоканал LORA в системі охоронної сигналізації. Наукоємні технології. 2019. № 3(43). С. 357-363.

20. Микитишин А. Г., Митник М. М., Стухляк П. Д., Пасічник В. В. Комп'ютерні мережі. [навчальний посібник] Львів: «Магнолія 2006». 2013. 256 с.

21. Лупенко С.А., Тиш Є.В. Прикладна теорія цифрових автоматів. Навчальний посібник. Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя. 2011. 247 с. 14.

					ДП.АКІТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

22. Паламар М.І., Стрембіцький М.О., Паламар А.М. Проектування комп'ютеризованих вимірювальних систем і комплексів. Навчальний посібник. Тернопіль: ТНТУ. 2019. 150 с.

23. Osukhivska H., Tysh I., Lobur T., Shylinska I., Lupenko S. Method for Estimating the Convergence Parameters of Dynamic Routing Protocols in Computer Networks. In 2021 IEEE 16th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT). 2021. Vol. 1. P. 228-231.

24. Тиш Є., Зима О. Вибір критеріїв ефективності безпроводних телеметричних мереж. Матеріали VII науково-технічної конференції "Інформаційні моделі, системи та технології". Тернопіль : ТНТУ. 2019. С. 139.

25. Тиш Є.В., Зима О.В. Методи та засоби підвищення ефективності безпроводних телеметричних мереж. Збірник тез доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій». 2019. С. 101.

26. Оконський М. В., Лупенко С. А., Паламар А. М. Комп'ютерна система для моніторингу метеорологічних параметрів на основі IoT. Збірник тез доповідей X Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій». 2021. С. 109.

27. Vasykivskyi I., Ishchenko V., Pohrebennyk V., Palamar M., Palamar A. System of water objects pollution monitoring. International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management (SGEM 2017), Vienna, Austria. 2017. Vol. 17, No. 33. P. 355-362.

28. Palamar A. Intelligent control and monitoring module for uninterruptible power supply system. II International Scientific and Practical Conference «Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs» (MC&FPGA-2020), Kharkiv, Ukraine. 2020. P. 12-13.

29. Луцька Н.М. Дослідження та синтез оптимальних регуляторів для систем автоматизації технологічних комплексів неперервного типу [Текст]: дис. канд. техн. наук : 05.13.07 / Н.М. Луцька – Київ, 2006. – 180С.

					ДП.АКІТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

30. Теорія автоматичного керування: Підручник. — 2-ге вид., перероб. і догі. К.: Либідь, 2007. — 656 с.

31. Курдюков А.П. Синтез робастного H_{∞} -регулятора для управління энергетической котельной установкой / А.П. Курдюков, В.Н. Тимин // Управление большими системами. – 2009. – № 25. – С. 179–214.

32. Бунке О.С. Автоматизація процесів керування інерційними контурами котлоагрегата теплової електростанції з використанням методу динамічної корекції [Текст]: дис. канд. техн. наук : 05.13.07 / О.С. Бунке – Київ, 2014. – 174 с.

33. Артюх С.Ф. Основы автоматизированных систем управления энергогенерирующими установками электростанций [Текст] / С. Ф. Артюх, М.А. Дуэль, И.Г. Шелепов – Х.: Знание, 1998. – 324 с.

34. ДСТУ Б А.2.4-16:2008. Автоматизація технологічних процесів. Умовні графічні зображення приладів і засобів автоматизації в схемах. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009.

35. Клепач М.І. Теорія автоматичного керування. Навчальний посібник. / М.І. Клепач / Рівне: НУВГП, 2007. – 206 с.

					ДП.АКТ.8869534.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		