

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Кафедра електроніки і комп'ютерної техніки**

## **ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

**до кваліфікаційної роботи бакалавра на тему:**

**«Система безпеки з каналом GSM для побутових та офісних приміщень»**

**Завідувач кафедрою**

**Опанасюк А. С.**

**Керівник**

**кваліфікаційної роботи**

**Новгородцев А. І.**

**Виконав студент**

**гр. ТК – 71**

**Крапивний О. С.**

**Суми 2021 р.**

**Сумський державний університет**

Факультет ЕлІТ

Кафедра «Електроніки і комп'ютерної техніки»

Спеціальність 6.172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Затверджую:

Зав. кафедрою Е і КТ

Опанасюк А. С.

„\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2021 р.

**ЗАВДАННЯ**

на кваліфікаційну роботу бакалавра

**Крапивному Олексію Сергійовичу**

Тема роботи: **«Система безпеки з каналом GSM для побутових та офісних приміщень»**

**1. Затверджена наказом по університету від 05.04. 2021 р. № 0154-VI**

**2. Термін здачі студентом закінченої роботи: 30.05. 2021 р.**

**3. Вихідні дані до роботи:**

- дистанційне керування системою безпеки;
- наявність зворотного зв'язку про стан об'єкта;
- наявність у системі таймеру відключення;
- багатофункціональність та універсальність системи.

**4. Зміст розрахунково – пояснювальної записки:**

- аналіз сучасних систем безпеки об'єктів;
- аналіз системи безпеки з каналом GSM;
- побудова системи охорони з каналом GSM;
- розробка алгоритму функціонування та структурної схеми пристрою;
- обчислення зони покриття базової станції стандарту GSM – 900.

**5. Перелік графічного матеріалу:**

- слайди за тематикою роботи.

Дата видачі завдання: 15.03.2021 р.

Прийняв до виконання студент:

Крапивний О. С.

## Календарний план

№ п/п	Перелік етапів виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання	Примітки
1	Огляд літератури за вибраним напрямком проектування	23.03.2021р.	
2	Огляд стану систем безпеки	31.03.2021р.	
3	Аналіз функціонування систем безпеки	08.04.2021р.	
4	Побудова систем безпеки	20.04.2021р.	
5	Обчислення зони покриття базової станції стандарту GSM – 900	30.04.2021р.	
6	Проектування пристрою охорони	10.05.2021р.	
7	Оформлення пояснювальної записки	20.05.2021р.	
8	Представлення роботи на рецензування	25.05.2021р.	
9	Представлення роботи для захисту	30.05.2021р.	

Керівник кваліфікаційної роботи:

Новгородцев А. І.

Студент – дипломник:

Крапивний О. С.

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить: 44 сторінки, 12 рисунків, 22 літературних джерела.

У кваліфікаційній роботі проводиться порівняння різних бездротових технологій, розглянутий принцип побудови GSM – каналу в системах охорони.

Був проведений огляд основних бездротових систем охорони та аналіз функціонування систем охорони з GSM каналом, розглянута завадостійкість та завадо – захищеність.

Сформовані рекомендації для використання в системах безпеки GSM – каналу.

Представлений розрахунок зони покриття окремо взятої БС. Розроблена система безпеки з каналом GSM.

Графічна частина роботи містить: презентацію у вигляді слайдів.

По результатам розробки зроблені висновки.

Приведений перелік літературних джерел.

## ЗМІСТ

Перелік скорочень .....	4
Вступ .....	5
1 Аналіз сучасних систем безпеки об'єктів .....	7
1.1 Канали зв'язку в різних напрямках розвитку систем безпеки .....	7
1.2 Застосування бездротових каналів у системах безпеки .....	12
1.3 Аналіз сучасних систем охорони, що користуються каналами GSM ..	16
1.4 Функції які виконують GSM – канали у системах охорони .....	20
2 Побудова систем охорони, що користуються GSM каналом .....	23
2.1 Побудова GSM каналу .....	23
2.2 Завадостійкість та перешкодозахищеність GSM – каналів .....	25
3 Аналіз функціонування систем безпеки, які використовують GSM канали .....	27
3.1 Дослідження моделі GSM каналу, що гарантує потрібну зону покриття .....	27
3.2 Обчислення зони покриття базової станції стандарту GSM – 900 .....	29
3.3 Покращення технічних характеристик системи безпеки на базі GSM .	31
4 Система безпеки з каналом GSM .....	33
4.1 Алгоритм функціонування системи охорони з каналом GSM .....	33
4.2 Структурна схема системи, яка реалізує алгоритм .....	35
4.3 Елементи для реалізації структурної схеми системи охорони .....	36
4.4 Датчики інформації системи охорони .....	38
Висновки .....	42
Література .....	43

					ЕЛІТ 6.172. 378 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Система безпеки з каналом GSM для побутових та офісних приміщень. Пояснювальна записка.	Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Крапивний						3	44
Проверил	Новгородцев					СумДУ, ТК –71		
Реценз.								
Н. Контр.	Новгородцев							
Утверд.	Опанасюк							

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

- ПКП – приймально – контрольний пункт;
- ПО – пульт охорони;
- ПЦС – пульт центрального стеження;
- ПЦО – пункт центральної охорони;
- МККР - Міжнародний Консультативний комітет з радіозв'язку;
- РСПС – радіосистем передачі сповіщень;
- ПК – персональний комп'ютер;
- ППКОП – прилад приймально – контрольний охоронно – пожежний;
- ОПС – охоронно – пожежна сигналізація;
- СЦС – системи централізованого спостереження;
- БС – базова станція;
- ETSI - (англ. European Telecommunications Standards Institute - «Європейський інститут телекомунікаційних стандартів»);
- CDMA - (англ. Code Division Multiple Access - «множинний доступ з кодовим поділом»);
- Wi-Fi – (англ. Wireless Fidelity - «бездротова вірність»);
- WLAN – (англ. Wireless Local Area Network - «бездротова локальна мережа»);
- SMS – (англ. Short Message Service - «служба коротких повідомлень»);
- FSK – (англ. Frequency shift keying - «маніпуляція зі зміщенням частоти»);
- GPS – (англ. Global Positioning System – «глобальна система позиціонування»);
- GSM – (англ. Global System for Mobile Communications - «глобальна система мобільного зв'язку»);
- GPRS – (англ. General Packet Radio Service - «загальна пакетна радіослужба»);
- MS – (англ. Mobile Stations - «мобільна станції»);

					ЕЛІТ 6.172.378 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

LAN - (англ. Local Area Network - «локальна мережа»).

					ЕЛІТ 6.172.378 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

## ВСТУП

Сучасний ринок сервісу і устаткування охоронно – пожежного сповіщення, зростає швидкими темпами. Втім донедавна значним недоліком систем охоронної і пожежної сигналізації (ОПС) було експлуатація дротових телефонних ліній. Головними упущеннями цих систем є низька фізична захищеність, відсутність можливості охорони не телефонізованих об'єктів (дачі, котеджі і так далі), нестійка робота телефонних ліній. Отже, сучасною альтернативою дротовим системам безпеки з'явилася нова радіо – канална охоронна система. Пріоритети радіоканальних систем безпеки відчутні:

- не залежить від телефонної лінії і якості роботи мережі;
- легко провести монтажні роботи;
- спроможність охорони різних об'єктів;
- практичність;
- висока швидкість запуску в експлуатацію;
- швидка зміна конфігурації;
- мобільність ПО;
- співіснування кількох ПО;
- відсутність обмежень підключення до існуючої системи.

На початку бездротові системи не досягли широкого використання через низьку надійність. Сучасне сьогодні характеризується появою великого спектру різноманітних пристроїв. Активно застосовуються нові покоління бездротових систем зв'язку.

Розповсюджене застосування стільникових систем зв'язку вплинуло на системи безпеки. Оператори надають можливість використовувати стільниковий зв'язок в системах безпеки. Можна зазначити, що GSM канали продовжують свій розвиток. Зараз бездротові системи безпеки на базі GSM досягають широкого використання завдяки їх відносно невисокій ціні, легкій установці та

					ЕЛІТ 6.172.378 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6



експлуатації. Стільникова мережа стандарту GSM - 900/1800 гарантує більш зручну якість зв'язку, тому розповсюджена у більшості міст України.

Використання систем GSM зв'язку, дає можливість здійснювати охорону різних об'єктів, навіть і не телефонізованих. Експлуатація ретрансляторів GSM операторів дозволяє позбавити від вимоги розгортати власну мережу. Тому, в зоні дії GSM мережі, можливо взяти під охорону об'єкти.

Однак основним упущенням системи є мала завадо – захищеність. GSM канал легко заглушити, таким пристроєм як "глушилка". В даний час цей прилад легко придбати. Через такі пристрої робота GSM мережі не стабільна. Щоб підвищити завадо – захищеність та контролювати GSM канали, необхідно оперативно міняти частоти.

Метою – кваліфікаційної роботи є забезпечення об'єкту, що знаходиться на відстані, системою безпеки з каналом GSM. GSM – сигналізація повинна передавати сигнали тривоги на мобільний телефон власнику або службі охорони.

					ЕЛІТ 6.172.378 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

# 1 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ СИСТЕМ БЕЗПЕКИ ОБ'ЄКТІВ

## 1.1 Канали зв'язку в різних напрямках розвитку систем безпеки

Сучасний світ дуже широко використовує технічні засоби з метою надання послуг охорони. Ця ідея не випадкова: значні вивчення в системі захисту особистого майна демонструють повсюдне застосування технічних засобів, що дозволяє уникнути негативного впливу слабкої ланки в системі безпеки – людини. За допомогою технічних засобів споживачеві надійніше та значно дешевше організувати охорону. Найефективнішим і найекономічнішим видом охорони вважається централізована охорона. Її сутність полягає в тому, що технічні засоби, встановлені на територіях різних об'єктів, надходить миттєво на центральний пульт. Центральний пульт автоматично робить аналіз, узагальнення та подає заявку на реагування технічній службі.

Система централізованого спостереження (СЦС) є основою централізованої охорони. СЦС максимально розповсюджено використовують канали зв'язку телефонних ліній. Обладнання таких систем в порівнянні з іншими – дешевше. Поширена телефонізація дає можливість підключати до них по суті різні об'єкти.

СЦС створювалася в середині 90-х років. При її організації зверталася увага на такі моменти, як:

- автоматизація – це можливість зведення до мінімуму та спрощення процесу взяття об'єктів під охорону та звести до мінімуму хибні тривоги;
- контроль каналів зв'язку. Це дає можливість забезпечити вищу надійність передачі;
- розробка різноманітних видів пристроїв, що мають різні функціональні і сервісні можливості.

Системи охорони, які зараз використовуються («Юпітер», «Ахтуба», «Приток – А», «Фобос – 3» і інші) повністю врахували ці вимоги. Ці перераховані СЦС майже однакові, але у них є різноманітні переваги та недоліки, що впливає на галузь їх використання.

					ЕЛІТ 6.172.378 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

Але основним упущенням СЦС є різні види технічних і конструктивних рішень. Через закриту архітектуру побудови не можливо об'єднати їх в один функціональний комплекс технічних засобів безпеки в межах одного пункту центральної охорони. У результаті чого виникають проблеми у всіх підрозділах охорони, а також у її використанні, обслуговуванні та проведенні ремонтних робіт.

Отже, виходячи з вище зазначеного з метою поліпшення централізованої охорони в сучасних умовах треба дотримуватись нових запитів:

- імітостійкість системи. Це забезпечить гнучкість системи щодо втручання кваліфікованого крадія;
- підвищена інформаційність. Це розподіляє сигнали на пожежні, проникнення, аварійні та якщо відбулася зміна параметрів лінії зв'язку;
- новітні цифрові технології передачі даних дають змогу з'єднувати системи з оптоволоконними каналами зв'язку;
- різні прилади мають змогу об'єднатися в один апаратний комплекс централізованої охорони з програмним забезпеченням.

Останнім часом багато уваги звертається для створення та розвитку радіосистем передачі сповіщень (РСПС). Наприклад: «Струна-5», «LONTA-202».

Ці охоронні системи, дають змогу використовувати радіочастотні канали зв'язку, а також дозволяють:

- збільшити галузі діяльності підрозділів охорони за допомогою організації охорони об'єктів, де відсутні лінії телефонного зв'язку;
- покращити стабільність систем безпеки насамперед найважливіших об'єктів за допомогою додаткових телефонних каналів зв'язку;
- якщо об'єкт потребує охорони, то при необхідності гарантувати швидкий монтаж обладнання.

Створення радіосистем близького радіусу дії буде знижувати вартість обладнання та покращувати технічні характеристики і експлуатаційні параметри. Такі радіосистеми допоможуть охороняти невеликі об'єкти.

Перевагами радіо – каналних систем безпеки є:

					ЕЛІТ 6.172.378 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

- відсутня залежність від телефонної лінії;
- доступність у проведенні монтажу;
- дає можливість забезпечити охорону різних об'єктів в зоні дії радіоканальної мережі.

Існує чотири групи безпроводних систем:

- радіоканальні системи малого радіусу дії;
- радіоканальні системи великого радіусу дії;
- GSM система;
- супутникові системи.

З розвитком мобільного зв'язку, GSM системи почали широко використовуватись. Мобільні телефони на початку використовувалися для утворення каналу, який підключався до охоронної панелі за допомогою інтерфейсу RS-232 та керувалися АТ – командами. Таке використання було сумнівним тому, що телефони в потрібний час могли відключатися і це обмежувало сферу їх застосування.

Випуск сучасними виробниками мобільного зв'язку спеціалізованих GSM модемів дав змогу побудувати на їх основі безпроводні системи безпеки. Таке виробництво покращило надійність роботи у системі безпеки та розширило можливість у роботі з сервісом GSM.

Передача даних в GSM системі здійснюється шляхом SMS повідомлень, модемного з'єднання (CSD), передаванням тонових посилянь (режим DTMF) та в режимі передавання пакетних повідомлень GPRS. З'явившись GPRS режим дав можливість зменшити витрати на використання системи радіо – охорони. Перевагами поширення бездротової системи безпеки на базі GSM є її низька вартість, доступність монтажу та використання. Однак, основним упущенням цих систем вважається мала завадо – захищеність, та низька стабільність GSM мережі. Ці недоліки зменшують використання обладнання цього класу при монтажу систем охорони. Такі системи використовуються, як резервні (додаткові) канали зв'язку. На рис. 1.1 зображено схему передавання SMS повідомлень в системі охорони GSM.

					ЕЛІТ 6.172.378 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10



Рисунок 1.1 – Схема передавання SMS повідомлень в GSM

Система охорони GSM може мати від одного до декількох контролерів серії TSS-705. Контроль та управління здійснюються за допомогою стільникових телефонів або комп'ютерів.

GSM контролер можна встановити на об'єкті, який знаходиться на далекій відстані. До нього можна підключити: різноманітні датчики (контактний датчик, терморезистор, охоронні і пожежні датчики сигналізації), відеокамери (на один контролер можна підключити до трьох відеокамер), мікрофон, звуковий динамік, виконавчі пристрої, зчитувач коду всіляких ідентифікаторів (брелоків, карт) з метою зняття датчику з охорони.

Бездротові системи належать до радіо – каналних систем малого радіусу дії. Вони працюють в діапазоні з частотою (433 МГц і 2,4 ГГц) і мають низьку вихідну потужність (10 мВт і 100 мВт).

Щоб організувати локальний безпроводний зв'язок на території значних за розміром об'єктів, використовують бездротові радіо – каналні системи. В залежності від поширення радіосигналу радіус функціонування системи складається від декількох сотень метрів до декількох кілометрів.

На цьому об'єкті знаходиться пункт централізованого спостереження (ПЦС). Можна також організувати виділений канал зв'язку з метою передачі інформації на ПЦС що знаходиться в іншому місці. Зараз ці системи широко використовуються тому, що мають низьку вартість і легко провести монтаж. Ці

					ЕЛІТ 6.172.378 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

системи мають свої мінуси: низьку завадо – захищеність і обмежений радіус дії.  
[3]

У великих містах використовують радіо – каналні системи з великим радіусом дії. Вони мають виділений радіоканал з радіусом дії від 20 до 100 км. До цих систем відносяться: абонентське устаткування і базова станція (ретранслятор) та ПЦС. Радіо – каналні системи використовують в діапазоні з частотою 146 – 174 МГц і мають вихідну потужність 1 – 10 Вт.

Організації «Inmarsat», «Thuraya», «Globalstar» користуються супутниковими каналами зв'язку. У тих місцях, де відсутній мобільний і дротовий зв'язок, з метою контролю та охорони використовуються саме такі системи. Затрати на експлуатацію, висока ціна абонентського устаткування – це основні мінуси у використанні таких систем. Але лише таким методом можливо забезпечити охорону віддалених об'єктів.

ZigBee – це бездротова технологія, що розвивається швидкими темпами. Цей метод на початку був низько – швидкісним каналом зв'язку для об'єднання в мережу різноманітних датчиків. Прикладом – цього є датчики охоронної і пожежної сигналізації.

Цей стандарт гарний для з'єднання центрального вузла з периферією, яка розташовується на різній території. Необхідно пам'ятати, що при його використанні є мала швидкість передачі повідомлень, а також невелика дальність. [4]

Тим паче, погодьтеся, нераціонально будувати протяжний ланцюг ретрансляторів, щоб з'єднати контролер з комп'ютером. Є безліч елементарніших, дешевших і безпечніших способів.

Тож усі зазначені технології зараз активно прогресують та використовуються, щоб забезпечити охорону об'єктів. Вибір бездротової системи формується залежно від типу і кількості об'єктів, вимог надійності доставки повідомлень, а також віддаленості об'єктів.

					ЕЛІТ 6.172.378 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Інколи для поліпшення надійності експлуатується резервний канал зв'язку. Саме тому, майбутнє за бездротовими технологіями. Як результат саме вони найближчим часом цілком замінять дротові системи безпеки. [5]

## 1.2 Застосування бездротових каналів у системах безпеки

**Системи відео – нагляду.** Функції сучасних систем відео – спостереження по GSM:

- користувач, щоб отримати відео, взаємодіє безпосередньо з пристроєм;
- зображення відбувається в будь – який час;
- телекамери передають зображення в реальному часі;
- якщо спрацьовує вмонтований детектор руху або зовнішній датчик, здійснюється автоматичний дзвінок до користувача;
- відеоінформація та фото, в пристрої до вбудованої пам'яті, записується автоматично;
- інформація що надходить на жорсткий диск комп'ютера постійно записується;
- шлейф або зовнішній датчик безпеки приєднується до реагуючого входу приладу;
- безпосереднє керування по каналу зв'язку відбувається коли виконавчий прилад приєднаний до релейного виходу приладу.

При відсутності дротяних каналів зв'язку, на об'єктах що знаходяться на відстані, використовується GSM – система віддаленого спостереження. Система GSM спостереження легка для підключення та зручна в використанні. GSM – модуль вмонтований безпосередньо до центру приладу. Електричне живлення відбувається від джерела постійного струму що має широкий діапазон напруги 8 – 15В, а також можливо і від електричної мережі 220В.

Альтернативою GSM-каналу є безпроводні мережі WLAN (англ. Wireless Local Area Network). Мережа WLAN - це вид локальної обчислювальної мережі

					ЕЛІТ 6.172.378 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

LAN, що використовує для зв'язку і передачі даних між вузлами високочастотні радіохвилі, а не кабельні з'єднання.

Для користувачів запропоновані прилади які можливо об'єднувати в мережу при цьому встановивши на них бездротові мережеві адаптери. Для підтримки бездротових користувачів які вже користуються мережею Ethernet необхідно налаштувати бездротову точку доступу.

Точка доступу необхідна для здійснення різноманітних функцій таких як приєднання до мережі декількох комп'ютерів (кожний з бездротовим адаптером мережі) в самостійній мережі та здійснення роботи мосту між бездротовими і дротовими ділянками мережі. Такі об'єднані мережі мають назву інфраструктурні і здійснюють доступ до центральних баз даних або бездротового приєднання мобільних користувачів. Схема побудови відео – системи шляхом Wi – Fi зображена на рис. 1.2.



Рисунок 1.2 – Схема побудови відео – системи за шляхом WI-FI

Стандарт Wi – Fi (англ. Wireless Fidelity). Для того, щоб передати 1 канал на якому відео гарної якості, треба використовувати сучасні потоки алгоритму стиснення швидкості 0,5 Мбіт/с.

Для того, щоб збільшити відстань необхідно збільшувати спрямовані антени і проміжні точки доступу.



**Моніторинг засобів пересування за допомогою GPS.** Моніторинг транспортних засобів пересування за допомогою супутника – це система керування об’єктів, що рухаються.

Ця система збудована на основі експлуатації сьогоденних систем супутникової навігації таких, як: GPS/ГЛОНАСС, пристроїв та технології зв’язку (GSM/УКХ), обчислювальних пристроїв та цифрової навігації. Моніторинг засобів пересування за допомогою GPS використовується в диспетчерських службах і на транспорті, щоб вирішити завдання транспортної логістики, в системі керування перевезенням і автоматизованій системі керування автопарком. [6]

**Автотрекер** - це пристрій, який можна розмістити на автомобілі, щоб відстежити його подальше пересування і здійснювати подальший контроль за його розташуванням. Автотрекер розпізнає своє місце розташування отримуючи сигнал GPS і надсилаючи по каналу GPRS на сервер, який знаходиться в інтернет мережі, де власник пристрою стежить за його пересуванням.

Завдання, які може вирішувати система GPS моніторингу:

- відстежувати координати напряму і швидкість руху автомобіля в реальний час для потреби диспетчерської служби;
- встановлення наявності здійсненого кілометражу і витрат палива необхідного для вчасного проходження техогляду та контролю затрат паливно - мастильних матеріалів;
- контроль маршруту транспортного засобу за заданим маршрутом дає можливість збільшити дисципліну водіїв;
- захист (за допомогою координат можливо швидко виявити вкрадений автомобіль).

Система GPS моніторингу формується з 3 вузлів: терміналу, що встановлюється на транспортний засіб; серверу; місць для роботи клієнтам.

**Термінал** – це GPS – трекер, що складається з модуля GPS і стільникового зв’язку(GSM або CDMA). Головна функція серверу – це використання персональних комп’ютерів із встановленим серверним програмним

					ЕЛІТ 6.172.378 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

забезпеченням. Головною відмінністю від робочих місць є те, що сервер повинен бути завжди ввімкнений через те, що на ньому збирається інформація про маршрути.

В залежності від технічних рішень, що застосовуються, можливо виділити 5 поколінь систем GPS моніторингу транспорту:

- система 1 покоління було офлайн. Це покоління не давало змоги робити моніторинг в реальному часі (всі дані записувалися GPS – трекером в пам'ять і передавалися на сервер після того, як транспорт прибув на базу за допомогою дротового або бездротового інтерфейсу);

- система 2 покоління, щоб організувати зв'язок між GPS – терміналом та сервером експлуатує SMS або механізм CSD (на сервері встановлюється від одного до декількох модулів стільникового зв'язку. Це дозволяє приймати SMS або дзвінки з інформацією. Системи характеризувалися великими платежами за мобільний зв'язок);

- третє покоління – транспортна мережа, яка користується GPRS та EV – DO, що допускає зменшити витрати мобільного зв'язку і різко покращує визначеність заданих маршрутів, що прокладаються (в цій системі сервер встановлюється у користувача і під'єднується до мережі інтернет, та до LAN підприємств, а на робоче місце користувача встановлюється спеціальне ПЗ. Ця система моніторингу на даний час – найпоширеніша);

- система 4 покоління використовує мобільний інтернет, як механізм в якості транспортної системи. Основна відмінність від 3 покоління – це експлуатація веб – технологій (за цих умов сервер розташовується в компанії постачальника). Потужність розподіляється між багатьма замовниками, а захищений доступ до даних реалізовується через веб – сторінку з будь – якого ПК під'єданого до мережі інтернет. Один сервер може працювати одночасно з тисячами трекерів, це дозволяє знизити вартість застосування системи та її обслуговування. У цей час збільшується вірогідність в надійності збереження даних тому, що компанії спроможні робити високоякісне серверне устаткування і мати кваліфікованих фахівців, що цілодобово його обслуговують. Недолік

					ЕЛІТ 6.172.378 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

системи четвертого покоління – це його повна централізація. Збій в роботі такої системи маловірогідний, але якщо така ситуація трапиться, то для компанія оператора це матиме великі збитки.

- система моніторингу 5 покоління представляє глобальний рівень і всі системи попереднього покоління централізовані в один, розподілений центр моніторингу. Комутаційні сервери збирають всю інформацію від приладів, а потім стискають на 1 головний сервер бази даних, потім розходяться на підключені проміжні сервери, котрі вже гарантують взаємодію з користувачем (веб – моніторинг). Також вони здатні виконувати фонові завдання. Користуватися системою п'ятого покоління можна з різних міст, країн які знаходяться на різних континентах. Вони працюють з сервером який розташований найближче та затримка зводиться до мінімуму.

У даний час у вільному продажі безліч різноманітних систем GPS моніторингу, як завезених з інших країн, так і вітчизняних. Імпортні системи, зазвичай, виділяються підвищеною функціональністю, проте пристрої наших виробників краще здійснюють функцію контролю за несанкціонованим експлуатуванням автомобілів.

Головним каналом зв'язку в професійних системах контролю і керування доступом – можуть використовуватися тільки бездротові технології, які аналогічні по функціонуванню, призначенню і вартості стандартизований дротовій комп'ютерній мережі фірми – наприклад: Wi-Fi, Wi – Max.

### **1.3 Аналіз сучасних систем охорони, що користуються каналами GSM**

Є велика кількість систем охорони, що користуються GSM каналами, які розроблені у нас в країні, так і за її межами. Пропоную розглянути системи охорони, які найбільш поширені.

**Система безпеки Орлан GSM 900/1800 (Україна).** Система «Орлан», що включає технічні засоби і програмне забезпечення створює пульт центрального стеження за показаннями приладів пожежно – охоронної сигналізації GSM. Ця

					ЕЛІТ 6.172.378 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

система експлуатує стільникові мережі GSM 900/1800 в голосовому режимі та режимі GPRS.

Радіокомунікатор серії «Лунь» передає кодове повідомлення вищезазначеній системі. Потім на ПК відбувається їх трансляція, а за допомогою програмного забезпечення «Фенікс 2» відбувається реєстрація та обробка. Щоб отримати кодове повідомлення від пожежно – охоронних панелей (Narco, Ademco, DSC), необхідно до ПК підключити цифрові приймачі ПАКТ2 і DSC-SurGard. «Орлан» гарантує прийняття повідомлень з зовнішнього приладу, де використовується, як звук так і візуальне зображення. Пульт також надає розшифровку і обробку, стежить і миттєво змінює стан об'єкту, коли приймається нове повідомлення. У системі «Орлан» оператор пульта може використовувати до 5 функцій управління на відстані, а також зберігати і відображати інформацію у тексті або візуальному зображенні.

Архівація тих повідомлень, що приймаються відбувається на пульті центрального стеження. Також можна відшукати в архіві повідомлення за різними критеріями, роздрукувати, зробити експорт бази даних. Резервна копія і архівація даних – є автоматичною. Можна скористатися можливістю розбити об'єкт на підгрупи, це дасть змогу відстежити інформацію в кожній групі окремо, а також скласти режим роботи для кожної групи окремо.

**Станція моніторингу STAM - 2 (Польща).** Польська компанія Satel розробила станцію моніторингу STAM – 2. Вона включає: програмне забезпечення, основну плату що приймає повідомлення з командного пункту і захисного апаратного USB – ключа.

Основна плата може встановлюватись у PCI - слот ПК. Якщо є автономне джерело живлення, то можлива робота станції без ПК. Станція моніторингу STAM - 2 в залежності від події надає список інструкцій оператору системи ОПС. Ця вищезазначена система обслуговує більше 50 000 абонентів. STAM – 2 виконує такі функції: вивід на друкування звіту про дії операторів, звіти про системні події, автоматично відстежує несанкціоновані зміни файлів системи.

					ЕЛІТ 6.172.378 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

Ця система використовує модульний принцип побудови. Користуючись одним модулем можна підключити до 540 об'єктів. Такі комунікатори, як GSM МТС та ІР – модем можуть організувати роботу декількох модулів. Користуючись каналом GSM інформація надходить в цифровому форматі DATA.

Програмне забезпечення включає декілька модулів. Вони можуть забезпечити прийом і декодування інформації, відображати стан об'єктів, які підключені до системи, видавати сповіщення про тривогу, фіксувати дії операторів після надходження повідомлення, детально показувати кожен об'єкт, відображати журнал подій, контролювати роботу модулів для зв'язку з концентратором.

**Бездротова сигналізація АВАХ.** Система АВАХ складається із:

- бездротових контролерів;
- охоронних датчиків;
- оповісника та іншого обладнання ОПС.

За допомогою цього обладнання будується система бездротової сигналізації об'єктів охорони. За допомогою цієї системи можна розширити бездротовими приладами будь-яку дротову ОПС.

Основна відмінність АВАХ - це двосторонній радіозв'язок між контролером і приладом з шифруванням даних. Це дозволяє захистити систему ОПС від злому і саботажу.

Ця система забезпечує швидке реагування на тривогу та передачу сигналу до командного пункту системи. АВАХ працює в енергозберігаючому режимі, що дає змогу конфігурувати бездротові прилади за допомогою ПЗ на відстані. АВАХ використовує частоти 868,0 – 868,6 Гц та модуляцію FSK.

Базовим приладом сигналізації АВАХ є контролер АСУ – 100 розроблений фірмою Satel. Він обслуговує одночасно до 48 охоронних приладів, при цьому працюючи разом з приймально - контрольним приладом (ПКП). За допомогою двостороннього зв'язку між бездротовими приладами, прийом повідомлень від датчиків сигналізації завжди підтверджується. Працюючи в онлайн режимі АСУ-

					ЕЛІТ 6.172.378 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

100 проводить опитування бездротових датчиків сигналізації, що дає змогу визначити наявність в системі кожного приладу.

**Радіосистема, що передає сповіщення Дельта.** РСПС «Дельта» використовується з метою забезпечення передачі, збору, обробки інформації з об'єктів що знаходяться на відстані. Також інформація зберігається на пульті централізованого спостереження на підприємстві.

При використанні цієї радіосистеми забезпечується пожежно – охоронна сигналізація та контроль доступу на об'єктах, яким надається охорона. Передавач передає сповіщення на пульт централізованого спостереження. Після отримання сповіщення, яке декодується і обробляється, оператор вживає необхідні заходи по виклику сил швидкого реагування. У цій системі є дублювання як по телефонним лініям так і автоматична відправка SMS – повідомлень.

Радіо – канална система передавання сповіщень «Дельта» використовує виділений радіочастотний ресурс для передавання сполучень з об'єктом на яких є радіопередавач.

Експлуатація спеціального каналу дозволяє виключити залежність системи від операторів зв'язку. Державна радіочастотна служба гарантує подальшу експлуатацію. До радіопередавача, що знаходиться на об'єкті можливо підключити будь – які види охорони: сигналізацію тривоги, пожежну сигналізацію, датчики витоку води, газу.

Отже, зробивши огляд вищезазначених систем, можна зробити висновки:

- системи використовують шифрування даних;
- передача даних відбувається за допомогою SMS повідомлень та за допомогою GSM;
- системи Орлан GSM 900/1800 та STAM – 2 можуть виводити облікові записи про виконання дій оператором системи і звітувати про дії, що відбулися безпосередньо в системі. STAM – 2 є надійніше забезпечує охорону даних системи, відстеження несанкціонованих змін системних файлів відбувається автоматично;

									Лист
									20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЕЛІТ 6.172.378 ПЗ				

- системи Орлан GSM 900/1800 та STAM – 2 можуть створювати архів баз даних, проводити моніторинг та отримати звіт за певний проміжок часу;
- до системи Дельта можливо під'єднати 12000 об'єктів, до STAM – 2 540, до Орлан GSM 900/1800 256 та АВАХ 48;
- передавання повідомлень у системі Дельта дублюється по телефонних лініях. Система STAM 2 користується IP лініями;
- система АВАХ використовує частоти 868,0 - 868,6 Гц та модуляцію FSK. Система Дельта використовує частоти 136-174 або 400-500 МГц ;
- система АВАХ має переваги: двосторонній зв'язок, який поєднує бездротові прилади і тому повідомлення, які надходять з датчиків сигналізації постійно підтверджуються;
- система РСПС Дельта має перевагу: канал, який вона використовує – є віддалений, тому система не залежить від інших операторів зв'язку. Роботу забезпечує державна радіочастотна служба.

#### 1.4 Функції які виконують GSM – канали у системах охорони

**SMS канал.** У системі безпеки України широко відомі сигналізації, які використовують функцію SMS повідомлення. Їх перевага – низька ціна (сигналізації і абонентської плати) і доступність експлуатації даних GSM – сигналізацій. [7]

У професіональних системах безпеки цей тип передачі експлуатується переважно, як сервісний канал. Повідомлення про надзвичайні ситуації чи проникнення на об'єкт, що охороняється – це обов'язковий атрибут систем безпеки. Повідомлення виконується у формі попередження голосом (дзвінком на телефон), DTMF (англ. Dual Tone Multi-Frequency) кодом, у цифровому вигляді або SMS повідомленням власнику.[8]

Щоб передати повідомлення шляхом SMS можна використати популярний GSM – сервіс мобільних операторів. В реалізації цей метод – елементарний. GSM модеми з SMS – передавачем на ринку мають низьку ціну, а також нескладні в налаштуванні. Мобільний телефон є пультовим приймальним приладом.

					ЕЛІТ 6.172.378 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

SMS (англ. Short Message Service) – система, яка дає можливість відсилати і отримувати текстові повідомлення через будь – який мобільний телефон.

Недоліком SMS каналу є те, що SMS – повідомлення іноді затримуються в SMS – сервері на деякий час, а інколи губляться. Цей канал зв'язку не пріоритетний. Коли відбувається навантаження GSM каналу SMS – повідомлення надсилаються в останню чергу (крім голосових дзвінків). Професіональна охорона не використовує цей метод через невизначеність часу надходження SMS – повідомлення. [9]

**Voice (мовний) канал** поділяється на DTMF – сигнал і мовне оповіщення. Пультові системи безпеки використовують цей канал. У Voice каналі є переваги і недоліки. Переваги – це легкий перехід з дротової охоронно – пожежної сигналізації на GSM – сигналізацію.

Головний недолік – це забивання сигналу яке відбувається при неполадках чи поганому сигналі. Мовний канал найбільш популярний канал передавання даних в системах безпеки, який експлуатує GSM технології. Також приватні системи охорони у цьому каналі використовують мовне оповіщення і DTMF – код (устаткування для пульта централізованого спостереження).

Коли відбувається мовне оповіщення під час тривоги GSM – сигналізація телефонує на мобільний телефон і звучить голосове повідомлення, яке записане заздалегідь.[10]

Якщо натиснути на клавішу кнопочного телефону у DTMF, то лунає сигнал з комбінацій двох тональностей: високочастотного і низькочастотного.

**CLIP (англ. Calling Line Identification Presentation).** Оператор мобільного зв'язку заснував цей метод для надання інформації про номер абонента, який здійснює дзвінок. Системи, що працюють на базі CLIP дуже прості. При надзвичайній ситуації ППКОП телефонує по мережі стільникового зв'язку на такі прилади, як GSM – модем або мобільний телефон.

Приймальний прилад зчитує абонентський номер, після чого відбиває виклик. Після дзвінка від абоненту відбувається реєстрація тривожної події.

					ЕЛІТ 6.172.378 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22



Перевагою є те, що немає плати за вихідний дзвінок, бо з'єднання не відбулось. Недоліком вважається мала інформативність повідомлення.

Щоб підвищити інформативність можна встановити на ПЦС декілька GSM – модемів. Також потрібно запрограмувати передавальний прилад так, щоб кожний модем телефонував по окремому виду подій. Цей спосіб не використовується через низьку інформативність.

**GSM DATA / CSD (англ. Circuit Switch Data).** Передача інформації в цифровому каналі відбувається на швидкості 9,6 кбіт / с. При використанні цього методу відбувається гарантоване отримання повідомлення.

Потрібно 20 с., щоб встановити з'єднання. У CSD і голосовому каналі GSM тарифікація рахується щохвилинно. Відрізняється від передачі повідомлення в форматі Contact ID в голосовому каналі, а також протокол передавання в CSD не стандартизований.

Неможливо експлуатувати передавачі одного виробника в системі іншого, але винятком є ситуація, коли вони домовилися і вжили спеціальні заходи для сполучення систем.

**TCP / IP GPRS (англ. General Packet Radio Service).** Технологія пакетної передачі GPRS експлуатує протоколи TCP / IP, як доставку пакетів інформації. У кожного прилада є унікальна IP – адреса. Є статичні і динамічні IP – адреси. Інтернет – провайдери, оператори стільникових мереж надають – статичні IP – адреси, а динамічні видає оператор при приєднанні до мережі GPRS тільки на час зв'язку.[10]

Виділення IP – адрес ЦПО і концентраторів мереж лічильників – це варіант, який використовується при наявності у ЦПО статичної IP – адреси, а у абонентів – динамічної. Інтернет провайдер виділяє статичну IP – адресу для ЦПО при під'єднанні ЦПО до мережі інтернет. [11]

					ЕЛІТ 6.172.378 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

## 2 ПОБУДОВА СИСТЕМ ОХОРОНИ, ЩО КОРИСТУЮТЬСЯ GSM КАНАЛОМ

### 2.1 Побудова GSM каналу

Європейський інститут телекомунікаційних стандартів (ETSI) розробив GSM стандарт, який являється більш безпечним і широко використовується в засобах зв'язку. [12]

На структурній схемі, що зображена на рис. 2.1, ілюструється функціональна побудова і інтерфейси стандарту GSM. На схемі зображено - центр комутації рухливого зв'язку - MSC (англ. Mobile Switching Centre), обладнання базової станції (БС) - BSS (англ. Base Station System), центр управління і обслуговування - OMC (англ. Operations and Maintenance Centre) і рухливі станції (РС) - MS (англ. Mobile Stations).[13]

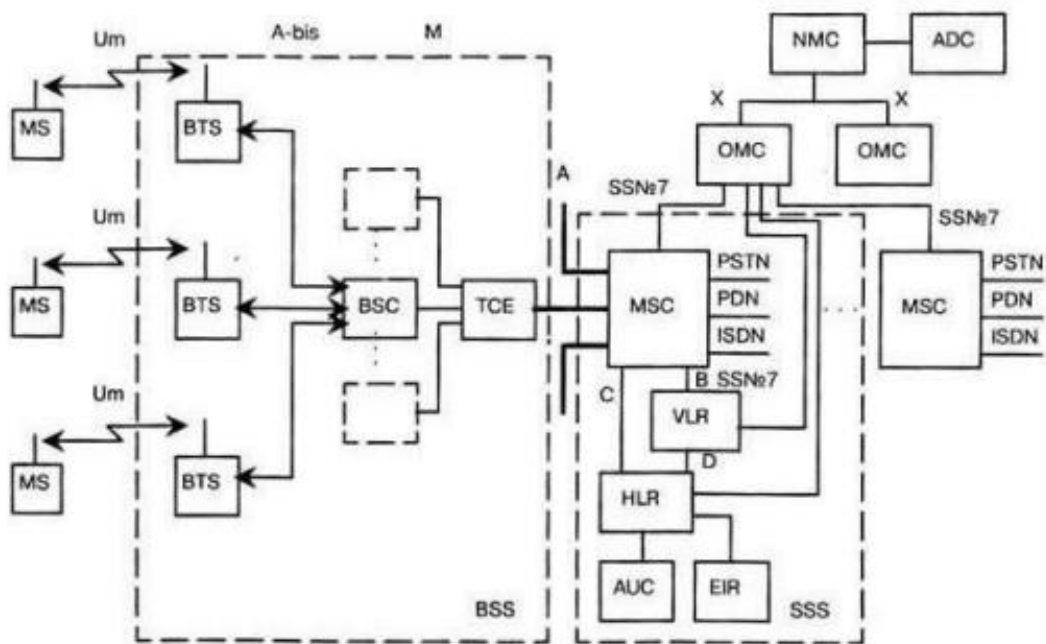


Рисунок 2.1 – Структурна схема стандарту GSM

Інтерфейси здійснюють функціональний зв'язок між елементами системи. Взаємодія відбувається в системі сигналізації MCE –T SS N7.

Центр комутації виконує обслуговування і забезпечення всіх видів з'єднань для роботи МС. MSC являється інтерфейсом в мережах PSTN, PDN, ISDN, які є фіксованими. Центр комутації рухливого зв'язку виконує функції маршрутизації, комутації радіоканалів та керує викликами. Комутація каналів забезпечує безперервний зв'язок, якщо рухлива станція переміщується з стільника в стільник.

Центр комутації рухливого зв'язку забезпечує функціонування сигналізації по протоколу SS №7.

MSC виконує таку роботу: оформлює рахунки за послуги зв'язку, збирає дані про розмови та надсилає до центру розрахунку, здійснює контроль безпеки і оптимізацію мережі.

В довідковій базі HLR знаходяться дані про абонентів (номер і адрес, послуги що були надані, дані про маршрутизацію). Дані абонента в роумінгу, ідентифікаційний номер (TMSI) який видається на короткий період – реєструються. За номером IMSI та MSISDN можна отримати доступ до бази даних. [14]

Дані в VLR можна контролювати доти, поки абоненти знаходяться в її зоні. Стільники в мережі GSM об'єднуються в географічні зони (LA), у яких є унікальний номер (LAC). В VLR знаходиться інформація про користувачів кількох LA. Якщо користувачі пересуваються з однієї LA до іншої, то і дані автоматично змінюються в VLR.

Регістр ідентифікаційного обладнання – EIR, включає базу даних, що підтверджує надійність унікального номеру обладнання рухливої станції (IMEI). EIR включає списки номерів IMEI.

Центр управління і обслуговування - це центральний елемент мережі GSM, який керує іншими елементами мережі і контролює якість роботи. Цей елемент обробляє аварійні сигнали і дає можливість керувати навантаженням у мережі. ОМС гарантує усунення різних несправностей як автоматично так і спеціалістам. Дає можливість керувати навантаженням у мережі.

					ЕЛІТ 6.172.378 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

Центром управління мережі є NMC, який забезпечує керування мережею GSM. За підтримки центру OMC здійснюється експлуатація та технічне обслуговування мережі. Керування графіком в мережі здійснюється NMC, а якщо виникає аварійна ситуація, то відбувається диспетчерське керування мережею. Для оператора NMC на дисплей зображується стан мережі, що дозволяє контролювати труднощі та вчасно надавати підтримку OMC. Спеціалісти NMC слідкують за станом мережі та надають рекомендації працівникам OMC для вирішення регіональних проблем.

BSS – це устаткування БС, яке створюється з контролеру БС (BTS) та приймально – передавальних станцій (BTS). Контролер БС керує приймально – передавальними блоками. BSS здійснює розподіл радіоканалів, здійснює з'єднання, модуляцію і демодуляцію сигналів та кодування і декодування повідомлень, встановлює черговість передачі інформації виклику. [12]

## 2.2 Завадостійкість та перешкодозахищеність GSM – каналів

Вплив зовнішніх джерел та спотворення сигналу спричиняють в радіоканалі перешкоди. Спотворений сигнал легко виправити, а для захисту від зовнішніх джерел треба розширювати спектр сигналу, що передається. Щоб знизити перешкоду до незначного рівня необхідно підвищити тривалість сигналу і ширину спектра. [15]

Труднощі які виникають при побудові GSM каналу виникають тому, що неможливо гарантувати постійний GSM / GPRS - зв'язок з оператором через збої, які виникають в мережі. Це в результаті призводить до того, що дані перериваються, а модем зависає. На сьогоднішній день ні один з GSM – операторів не може надати гарантовано GPRS – канал зв'язку.

Завадостійкість в радіо каналних пожежно-охоронних системах визначається:

- частотними діапазонами, у яких функціонує радіосистема;
- частотними каналами в існуючих діапазонах;
- здатністю в атоматичному режимі вибрати резервні канали;

					ЕЛІТ 6.172.378 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

- здатністю регулювати потужність випромінювання в автоматичному режимі.

Можливість радіолінії робити в умовах, коли є перешкоди має назву перешкодозахищеність.

Перешкодозахищеність поділяється на:

- просторову (перешкода діє, якщо бічні пелюстки приймальної антени мають низький рівень)

- сигнальну (широкосмугові методи модуляції).

Існує декілька приладів, якими користуються, щоб заглушити супутникову систему безпеки.

**Широкосмугова глушилка.** На працюючих частотах GSM глушилка безперервно виділяє сильний шум. Через це GSM – модуль не бачить передані координати транспортного засобу супутником GPS, так і БС оператора GSM.

Глушилка, **яка перебирає частоти.** Ця глушилка відрізняється від попередньої тим, що шумоподібна перешкода встановлюється на всіх частотах каналу GSM. Це перешкоджає GSM – модулю посилати сигнал. Глушилка працює від батарейок в радіусі від 5 до 15 метрів.

Також є "**розумна**" глушилка, вона видає себе за БС оператора GSM. Якщо її ввімкнути, то GSM – модуль буде постійно працювати не даючи збоїв в роботі. Для її роботи потрібне серйозне джерело живлення. Стационарна «глушилка» зображена на рис. 2.2.[16]



Рисунок 2.2 – Зовнішній вигляд стаціонарної «глушилки»

### 3 АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ БЕЗПЕКИ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬ GSM КАНАЛИ

#### 3.1 Дослідження моделі GSM каналу, що гарантує потрібну зону покриття

Фактори, які позначаються на дальності радіозв'язку:

- місцезонаштування BS і MS;
- рельєф місцевості;
- потужність і чутливість MS;
- потужність і чутливість BS;
- антени, що використовують на MS і BS.

Потужність БС складає від 20 до 30 Вт, а їх чутливість від 100 до 115 дБ. Антени, які використовуються в роботі – штирові або спрямовані. Якщо споруда залізобетонна, то вона може послабити сигнал який проходить через неї від 100 до 1000 разів (від 20 до 30 дБ). Кузов автомобіля, атмосферні опади та крона дерев, також є перешкодою.

За допомогою моделі Хата, можна розрахувати зону покриття. Міжнародний Консультативний комітет з радіозв'язку (МККР) запропонував цю модель для використання так як вона легка у застосуванні. Завдяки цій моделі можна порахувати втрати на радіотрасі в певній місцевості і параметри БС.[17]

Середні втрати на радіотрасі можна визначити за наступною формулою:

$$L = 69,55 + 26,161\lg(f) - 13,821\lg(H_{bs}) + [44,9 - 6,551\lg(H_{bs})]\lg(r) + \alpha(h_{as}) + \alpha(U_r) + \alpha(b) + \alpha(H_{bs}, f), \text{ (дБ)}$$

де  $f = [100; 3000]$  - частота, (МГц);

$H = [30; 300]$  - висота БС, (м);

$r = [1; 100]$  - відстань між БС і абонентською станцією, (км);

$h_{as} = [1; 3]$  - висота абонентської станції, (м).

					ЕЛІТ 6.172.378 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

Коефіцієнт, який враховує висоту антени абонентської станції ( $U = 0$  для невеликого або середнього міста, а для великого міста  $U = 1$ ):

$$\alpha(h_{\alpha}) = (1 - U)\beta_1 + U(\beta_2 F_1 + \beta_3 F_2)$$

Коефіцієнти загасання радіохвиль:

$$\beta_1 = (0.7 - 1.1 \lg(f))h_{\alpha} + 1.56 \lg(f) - 0.8,$$

$$\beta_2 = 1.1 - 8.29 \lg^2(1.54 h_{\alpha}),$$

$$\beta_3 = 4.97 - 3.21 \lg^2(11.75 h_{\alpha})$$

Смуги частот:

$$F_1 = \frac{300^4}{f^4 + 300^4},$$

$$F_2 = \frac{f^4}{f^4 + 300^4}$$

Коефіцієнт, який враховує рельєф місцевості ( $U_r = 0$  для сільської місцевості,  $U_r = 0,5$  для передміста,  $U_r = 1$  для міста):

$$\alpha(U_r) = (1 - U_r)([1 - 2U_r]\gamma_1 + 4U_r\gamma_2)$$

Коефіцієнти, які залежить від методу маніпуляції:

$$\gamma_1 = 4.78 \lg^2(f) - 18.33 \lg(f) + 40.94, \quad \gamma_2 = 2 \lg^2\left(\frac{f}{28}\right) + 5.4$$

Коефіцієнт, який зображує вплив щільності споруд, де  $b = [3; 50], (\%)$  – щільність споруд:

					ЕЛІТ 6.172.378 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

$$\alpha(b) = 25 \lg(b) - 30$$

Коефіцієнт, який враховує сферичність Землі (вводиться, якщо  $0,2 R_0 < r \leq 0,8 R_0$ , де  $R_0$  – відстань прямої видимості):

$$\alpha(H_{bs}, f) = \left( 27 + \frac{f}{230} \right) \lg \frac{17(H_{bs} + 20)}{17(H_{hc} + 20) + r^2} + 1,3 - \frac{f - 55}{750}$$

### 3.2 Обчислення зони покриття базової станції стандарту GSM – 900

Потрібно обчислити зону покриття базової станції GSM – 900, яка знаходиться у великому місті. Щільність забудови міста – 35% (вимога забезпечення якості сигналу).

Початкові дані:

$f = 900$  - частота, (МГц);

$H_{bs} = 32$  - висота БС, (м);

$h_{as} = 1,7$  - висота абонентської станції, (м).

Розрахунок.

Коефіцієнти загасання радіохвиль:

$$\beta_1 = (0,7 - 1,11 \lg(900)) \cdot 1,7 + 1,56 \lg(900) - 0,8 = -0,526$$

$$\beta_2 = 1,1 - 8,29 \lg^2(1,542 \cdot 1,7) = -0,348 \quad \beta_3 = 4,97 - 3,2 \lg^2(11,75 \cdot 1,7) = -0,442$$

Смуги частот:

$$F_1 = \frac{300^4}{900^4 + 300^4} = 0,012$$

$$F_2 = \frac{900^4}{900^4 + 300^4} = 0,988$$

Коефіцієнт, який враховує висоту антени абонентської станції ( $U = 0$  для невеликого або середнього міста, а для великого міста  $U = 1$ ):

$$\alpha(h_{as}) = (1 - U)\beta_1 + U \cdot (\beta_2 F_1 + \beta_3 F_2) = -0,348 \cdot 0,012 - 0,442 \cdot 0,988 = -0,441$$

					ЕЛІТ 6.172.378 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30



Коефіцієнт, який враховує рельєф місцевості ( $U_r = 0$  для сільської місцевості,  $U_r = 0,5$  для передмістя,  $U_r = 1$  для міста):

$$\alpha(U_r) = 0, \text{ для міста } (U_r = 1);$$

$$\alpha(b) = 25 \lg(35) - 30 = 8,6$$

Коефіцієнт, який враховує сферичність Землі (вводиться, якщо  $0,2 R_0 < r \leq 0,8 R_0$ , де  $R_0$  – відстань прямої видимості):

$$\alpha(H_{bs}, f) = \left(27 + \frac{900}{230}\right) \lg \frac{17(32+20)}{17(32+20) + r^2} + 1,3 - \frac{900-55}{750} = 30,9 \lg \left(1 + \frac{r^2}{884}\right)^{-1} + 0,17$$

Середній рівень втрат на радіотрасі:

$$L = 69,55 + 26,16 \lg(900) - 13,82 \lg(32) + [44,9 - 6,55 \lg(32)] \lg(r) - 0,44 +$$

$$+ 8,6 + 30,9 \lg \left(1 + \frac{r^2}{884}\right)^{-1} + 0,17 = 134,65 + 35 \lg(r) + 30,9 \lg \left(1 + \frac{r^2}{884}\right)^{-1}, (\text{дБ})$$

Після обчислення середнього рівня втрат  $L$  – запишемо рівняння максимальної відстані  $R$  від базової станції:

$$P - L - S = Q;$$

$$P - \left(134,65 + 35 \lg R + 30,9 \lg \left(1 + \frac{R^2}{884}\right)^{-1}\right) - S = Q.$$

, де:

- $P$ (дБ) – вихідна потужність передавача;
- $S$ (дБ) – запас по завмираннях;
- $Q$ (дБ) – необхідний рівень сигналу на вході приймача.

Щоб обчислити відстань зв'язку  $R$  – необхідно задати параметри для  $P$ (дБ),  $S$ (дБ) та  $Q$ (дБ). Параметри  $P$ (дБ),  $S$ (дБ) зазвичай беруться рівними 20 дБ, а  $Q$ (дБ) для МС береться – 110 дБ. При використанні цих даних можливо побудувати зону покриття базової станції з точки зору якості сигналу.

					ЕЛІТ 6.172.378 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

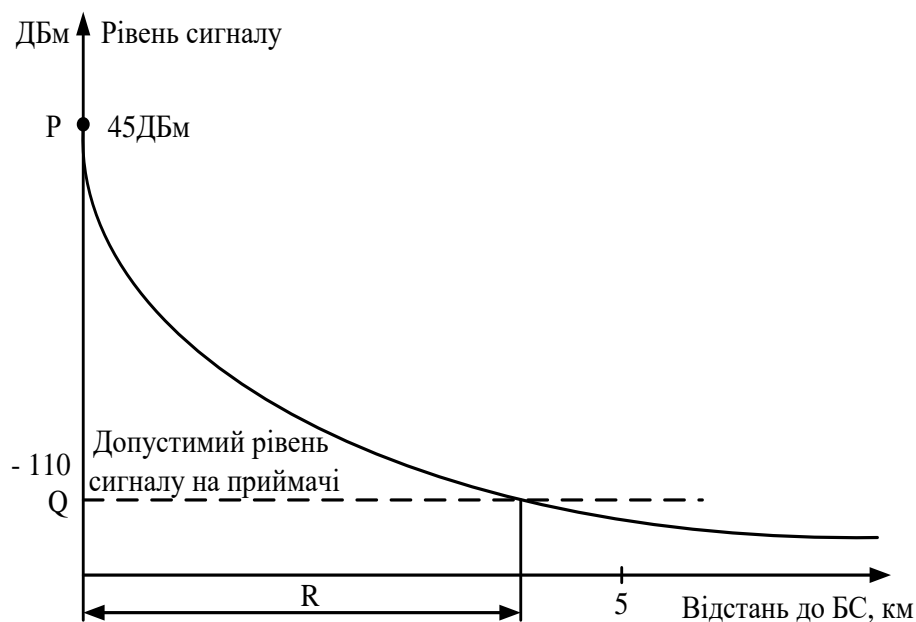


Рисунок 3.1 – Залежність рівня сигналу від відстані між БС і абонентом

На рис. 3.1 зображена функція рівня сигналу, яка залежить від дистанції між базовою станцією та абонентом. Місце перетинання функції з прямою Q показує значення найбільшого радіусу зони, яка обслуговується. При цьому значенні можна побачити послуги необхідної якості. При використанні GSM – 900 радіус складає від 3 до 10 км (іноді до 30 км).

### 3.3 Покращення технічних характеристик системи безпеки на базі GSM

Система безпеки на базі GSM використовується для особистих цілей або як комплекс централізованої системи охорони. Ці системи використовують де ускладнене прокладення дротової мережі. У бездротових сигналізаціях підвищується захищеність об'єкту завдяки таким умовам:

- злочинець відмовиться від своїх намірів через наявність сигналізації;
- тривожне повідомлення швидко передається на мобільний телефон або на пульт центральної охорони, а також спрацьовує сирена. Це призводить до того, що прибуває міліція або охорона і затримує злочинців.

Проаналізувавши системи безпеки з GSM каналом, можна визначити такі рекомендації для покращення технічних характеристик:

					ЕЛІТ 6.172.378 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

- прилади сигналізації повинні розміщуватися в металевому боксі, що надає стійкість до механічних пошкоджень;
- у пристроях повинно бути не менше 4 з'єднувачів, щоб підключити різні датчики (потрібно запрограмувати під різний тип датчиків);
- потрібно надати цим системам безперебійне джерело живлення для центрального блоку і підключених датчиків при від'єднанні від зовнішнього живлення;
- контролювати стан пристроїв можливо, якщо будуть наявні виносні світло діоди;
- SMS, яке надсилається системою повинно включати повний опис стану: зона на якій відбулась тривога, датчики, які спрацювали, залишок заряду батареї;
- система повинна вмщувати додаткові функції - змогу реагувати на зовнішні подразники. Наприклад: вмкати світло або сирену;
- система мусить відправити сигнал власнику, якщо погіршився сигнал від БС;
- виносні антени забезпечують стабільний радіозв'язок.

## 4 СИСТЕМА БЕЗПЕКИ З КАНАЛОМ GSM

За результатами аналізу існуючих систем безпеки, у бакалаврській роботі ставиться завдання надати об'єкту контроль і охорону та забезпечити вчасне попередження власника про надзвичайну ситуацію.

### 4.1 Алгоритм функціонування системи охорони з каналом GSM

Мікроконтролер постійно аналізує стан датчиків і керує виконавчими механізмами – мобільним телефоном, радіопередавачем, контролює готовність до роботи ММС і мобільного телефону.

У разі спрацювання одного із датчиків, система охорони посилає виклик на телефон власника і формує голосове повідомлення про подію. Виклик повторюється до отримання зворотного виклику від власника про підтвердження прийнятого повідомлення.

Система здійснить повторний виклик, якщо через 4 – 5 хвилин після отримання підтвердження, датчик залишиться зведеним, тобто ніяких дій для зміни ситуації не вчинено. Після дзвінка власнику, система увімкне сирену, котра буде працювати весь час, поки датчик не буде повернено у початковий стан.

Дана система забезпечує моніторинг поточного стану об'єкта, шляхом дзвінка від власника на пристрій. Після з'єднання прозвучить голосове повідомлення про те, що відбувалось, починаючи з моменту встановлення об'єкта на охорону – чи відбулося спрацювання окремих датчиків. Всі голосові повідомлення записуються у пам'ять ММС і мають довільний розмір. Блок-схема алгоритму функціонування системи охорони наведена на рис. 4.1.

					ЕЛІТ 6.172.378 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

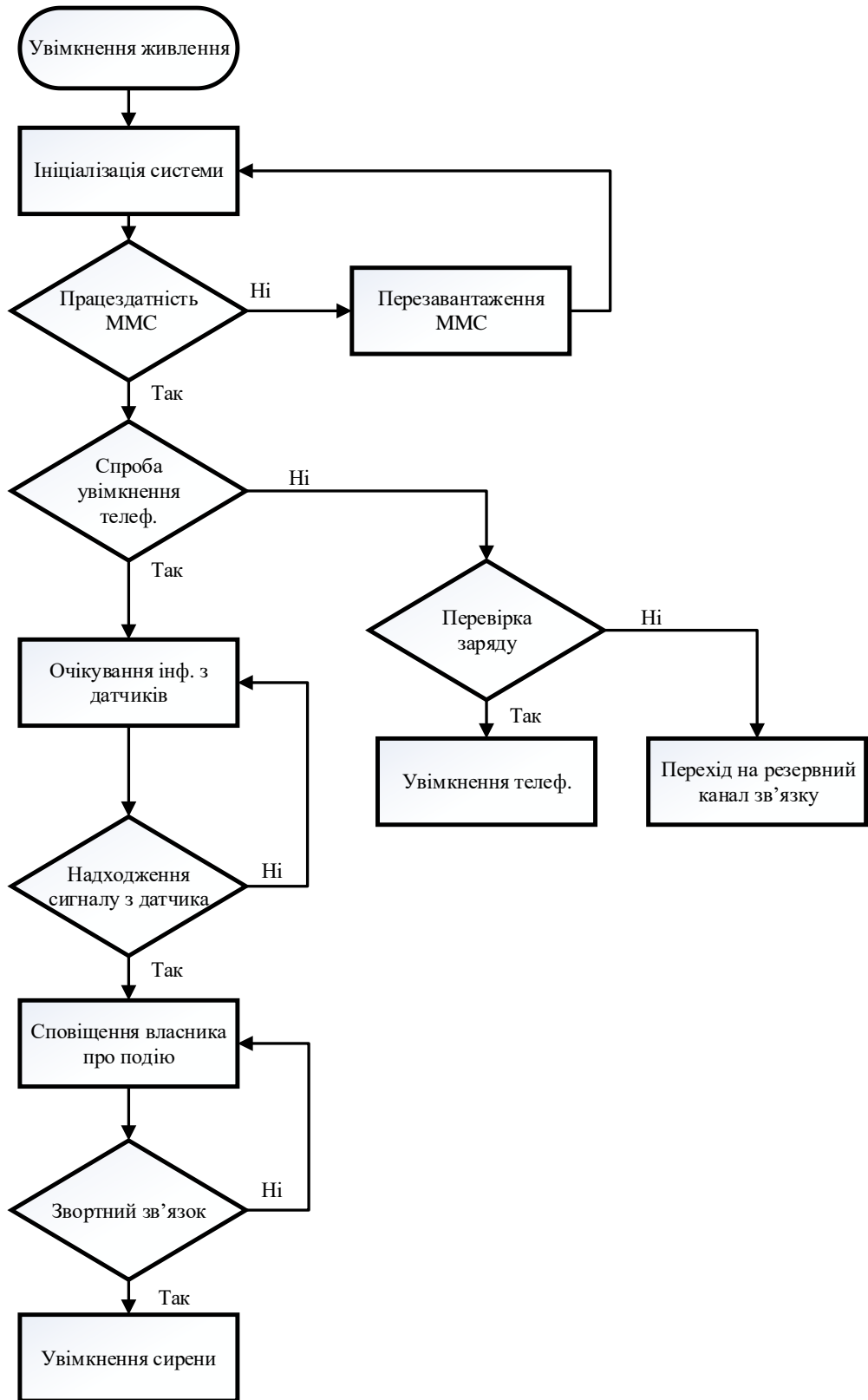


Рисунок 4.1 – Блок – схема алгоритму функціонування системи

## 4.2 Структурна схема системи, яка реалізує алгоритм

Структурна схема системи містить дванадцять компонентів: мікроконтролер, запам'ятовуючий пристрій на основі 32МБ ММС, мобільний телефон старої моделі, два датчики інформації, два підсилювача, сирену, блок оптичної розв'язки. Основним елементом системи є мікроконтролер, який виконує функції управління системою. Структурна схема системи, зображена на рис. 4.2.

Мікроконтролер контролює початковий аналіз системи, перевіряє наявність ММС та працездатність телефону. На входні порти мікроконтролера, надходять сигнали з датчиків, голосові повідомлення із запам'ятовуючого пристрою ММС, а також запити від телефону на виконання моніторингу системи. Мікроконтролер також керує доступом до пам'яті голосових повідомлень, за необхідності виконує набір телефонного номера, а також видає сигнал на запуск сирени.

Проміжні блоки схеми служать для узгодження рівня сигналів.

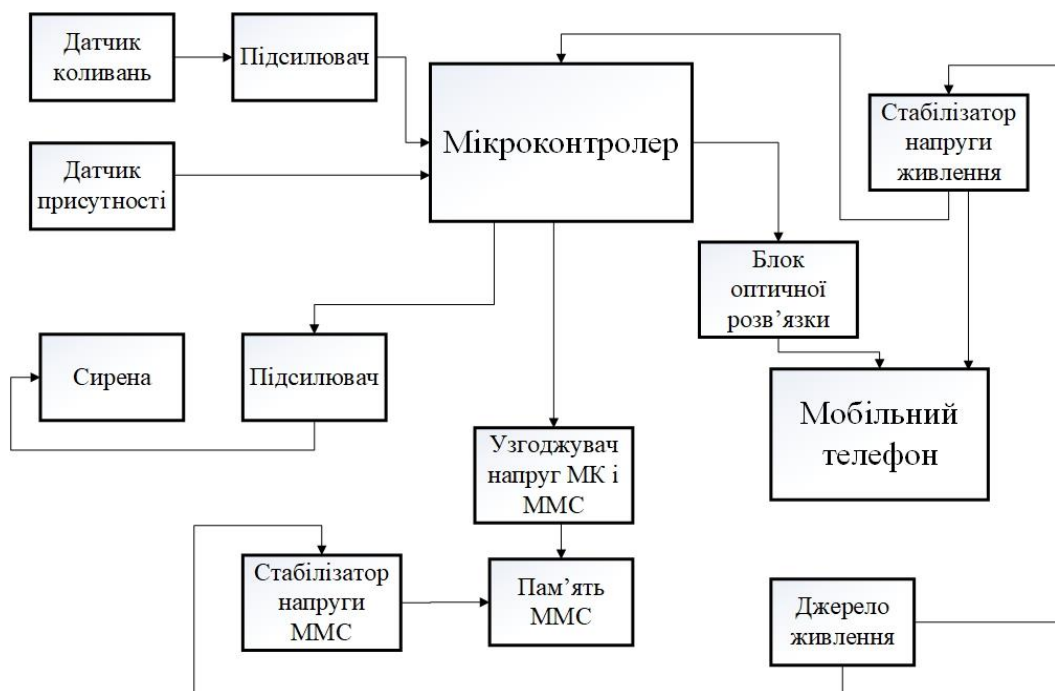


Рисунок 4.2 – Структурна схема системи охорони

### 4.3 Елементи для реалізації структурної схеми системи охорони

**Центральний блок Mirasa [18].** Центральний блок (рис. 4.3) має 4 зони через які під'єднуються датчики охорони (цифровий або аналоговий режими). Блок включає 8 бездротових зон для датчиків та 8 для радіо – брелоків.

Контрольовані зони можуть працювати як "цілодобові". Такі зони тримаються під контролем як в охороні так і без неї. Наприклад, до таких зон підключаються датчики температури. Датчики при налаштуванні можуть спрацювати з затримкою.

У пристрої є 2 релейні виходи, що керуються. До них під'єднується звукова сирена або функція вмикання світла.

Контроль за промисловим обладнанням можна здійснювати віддалено. Якщо значення різних процесів стають критичними, то відбувається сповіщення. Здійснювати керування можна використовуючи SMS, брелоки, клавіатуру та додатки на телефоні.



Рисунок 4.3 - Зовнішній вигляд центрального блоку Mirasa

					ЕЛІТ 6.172.378 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

Цей блок має бути оснащений блоком безперебійного живлення. Акумулятор надає резервне живлення.

**Центральний блок SMART GSM 2 [19].** В пристрої (рис. 4.4), є 4 контрольні зони до яких можна підключити необмежену кількість датчиків. Якщо порушиться шлейф в зоні, то буде відправлене SMS повідомлення. В цьому повідомленні не буде вказано, який датчик спрацював. Плата, яка розміщена в цьому блоці має вихід для датчику температури (паралельно можна підключити до 8 датчиків). До однієї зони не рекомендується підключення датчиків різних типів. Наприклад датчик руху і диму бо при спрацюванні важко визначити, як реагувати. Також в блоці є контролер ТМ – ключів.

До 3 – ої зони під'єднуються брелоки, клавіатури і інші прилади.

За налаштуваннями 4 – та зона є "цілодобовою". Такі зони тримаються під контролем як в охороні так і без неї. Якщо виникає тривога, то система оповіщує без сирени. До цієї зони під'єднують датчики температури.

У цьому блоці є роз'єм в який під'єднується бездротовий модуль TRXPRO. Якщо цей модуль під'єднаний, то можливе підключення радіо – сирени.

Центральний блок під'єднується до мережі 220 В за допомогою колодки з запобіжником. Безперебійний блок живлення може працювати з акумулятором, надає живлення GSM – модулю та датчикам, які до нього підключені.

Безперебійний блок живлення заряджає акумулятор і підтримує його (буферний режим). Якщо відбудеться від'єднання від електромережі, то пристрій буде працювати від акумулятора. Кількість датчиків впливає на час автономної роботи. Акумулятор місткістю в 7 Ah працює в середньому 3 доби.

Якщо відсутнє живлення 220 В, то при розряді акумулятора пристрій відправить SMS про його розряд і відключиться від нього щоб запобігти повного розрядження акумулятора.

Якщо відсутнє живлення 220 В, то пристрої, які не захищені від глибокого розряду повністю розряджають акумулятор. Якщо це трапиться, то акумулятор необхідно буде замінити.

					ЕЛІТ 6.172.378 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38





Рисунок 4.4 – Зовнішній вигляд центрального блоку SMART GSM 2

Головними недоліками цих систем є вартість та розміри. Налаштування та підключення до зон зможе зробити спеціаліст.

У цій сигналізації пропонується взяти центральний блок SMART GSM 2. Через те що він має більш зручний функціонал, простіший в підключенні та налаштуванні і набагато дешевше існуючих аналогів.

#### 4.4 Датчики інформації системи охорони

В системі охорони будуть використані такі дискретні датчики: інфрачервоний датчик руху, пожежний димовий датчик і магнітно – контактний датчик для вхідних дверей.

**Інфрачервоний датчик руху Pyronix Colt XS [20].** Датчик Pyronix Colt XS (рис. 4.5) – це сповіщувач, який виявляє несанкціоноване проникнення на об'єкт, що охороняється. Ці сповіщувачі використовується в пожежно – охоронних системах. Сучасні технології підвищили стійкість до перешкод, досягли

					ЕЛІТ 6.172.378 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

відношення чутливості при стійкості до помилкового спрацювання. Дія цього сповіщувача до 15 метрів.

Функціональні параметри Pyronix Colt XS:

- завадостійкість;
- світлодіодна індикація спрацювання;
- низьке енергоспоживання;
- спрацювання по імпульсу будь – якої полярності;
- дальність дії від 5 до 15 м.

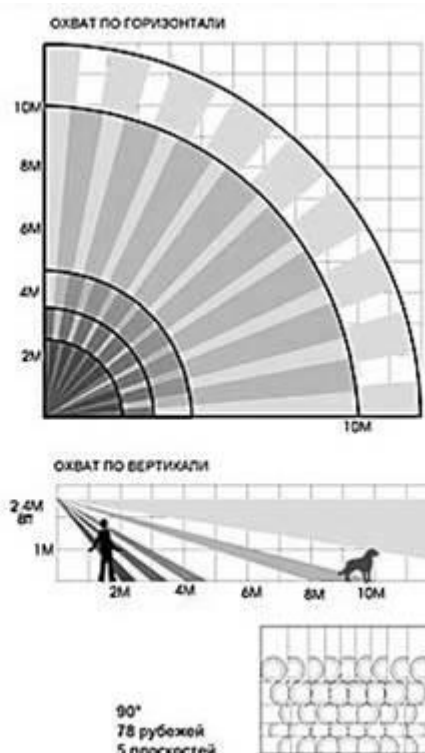


Рисунок 4.5 – Зовнішній вигляд датчика Pyronix Colt XS та його діаграма зони обслуговування

**Пожежний оптично – електронний димовий сповіщувач 212 – 41М [21].**  
 Датчик ПС 212 - 41М (рис. 4.6), потрібний щоб виявити загорання, що супроводжується димом в закритому приміщенні. Коли зменшується внутрішній опір не більше 500 Ом, то сповіщувач формує сигнал «ПОЖЕЖА». Щоб скинути зі стану «ПОЖЕЖА» необхідно зняти напругу живлення не більше ніж на 2 с.

Функціональні параметри сповіщувача:

- площа, якій надається захист - до 85 кв. м.;
- стан відображається світлодіодним індикатором;
- чутливість сповіщувача (межа спрацювання) відповідає кількості диму, який забезпечує зниження світлового потоку від 0,05 до 0,2 дБ/м;
- спрацювання сповіщувача не більше 5 с;
- якщо сповіщувач вилучений з розетки шлейфу приймально – контрольного пристрою, то відбувається сигнал несправність;
- температурний діапазон від -25°C до + 55°C, це дозволяє встановити сповіщувач в приміщеннях з низькою температурою;

при дотриманні правил використання сповіщувач в середньому може працювати не менше 10 років (середні показники напрацювань – 60000 г).



Рисунок 4.6 – Зовнішній вигляд ПС 212 - 41М

**Магнітноконтактний датчик СО – 102 – 4 [22].** Датчик можна використовувати з метою блокування прорізів на дверях або вікнах. В момент відкриття або зміщенні після проникнення відбувається розрив ланцюга тривожної сигналізації, що призводить до формування сповіщення. Одна частина датчика має чутливий елемент (геркон), який реагує на магнітне поле. Якщо до нього підноситься друга частина відбувається з'єднання та роз'єднання ланцюга, що в подальшому є сигналом тривоги. Друга частина – це магніт, який

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

знаходиться в пластиковому або дюралевому корпусі з метою проведення монтажу. Щоб правильно встановити необхідно магнітний сповіщувач встановити на дверну коробку, а другу – на двері.

Опис датчика СО – 102 – 4 (рис. 4.7):

- сповіщувач прикріплюється на основу за допомогою гвинтів;
- відстань на якій спрацьовує сповіщувач від 12,7 мм;

Технічні особливості СО – 102 - 4:

- максимальна кількість спрацювань 1000000;
- температурний режим роботи від -50 до +50;
- відносна вологість при 30С – 98%.

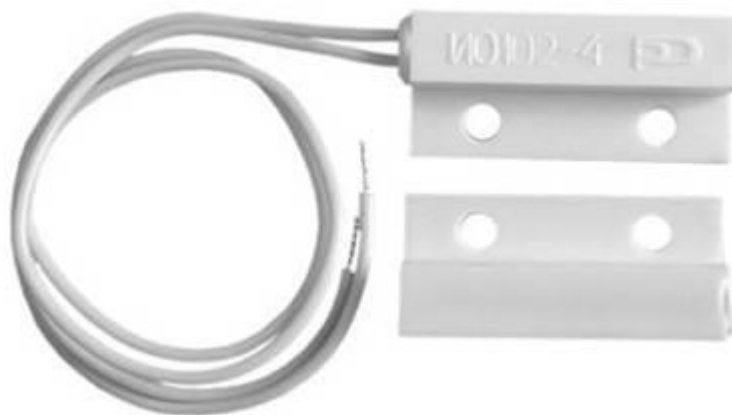


Рисунок 4.7 – Магнітно – контактний датчик СО – 102 – 4

					ЕЛІТ 6.172.378 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

## ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі було розглянуто тенденцію розвитку GSM – систем охорони та технічні характеристики стільникових мереж відносно систем безпеки.

Зроблений аналіз функцій GSM – мереж та особливості використання в системах безпеки.

Був проведений розрахунок середньої зони покриття БС GSM – 900 та навантаження на стільнику. Результати дозволяють зробити висновок про надійність зони покриття.

Визначені рекомендації з метою удосконалення технічних характеристик систем охорони побудованих на базі GSM каналів. Можна зазначити, що перевага надається безпроводним системам охорони.

У кваліфікаційній роботі запропонована система безпеки на базі GSM, її алгоритм роботи та структурна схема. Був зроблений детальний опис роботи такої системи та був сформований її склад: центральний блок, різні види датчиків, зчитувач ключів та мобільний телефон.

Під час огляду існуючих систем було визначено, що вони мають високу ціну та великі розміри.

Перевагою системи охорони, що пропонується є зручне налаштування, незначні розміри, що надає можливість встановити в місці до якого важко дістатися злочинцю. Ця система повинна вміщувати датчики руху, сирену та світлодіод, який відтворює роботу сигналізації. Пропонована система підключається до мобільного телефону, щоб проводити постійне спостереження що відбувається в системі та дистанційно контролювати об'єкт який знаходиться під охороною.

					ЕЛІТ 6.172.378 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

## ЛІТЕРАТУРА

1. Крапивний О. С. Централізований моніторинг віддаленими об'єктами стільниковим зв'язком GSM // Конкурс студентських наукових робіт. – СумДУ, 2021. – 27 с.
2. Крапивний О. С. Підвищення надійності систем безпеки при роботі з сервісом GSM // Тези науково-технічної конференції «Фізика, електроніка, електротехніка», СумДУ, 2021 р.
3. Карташевский В.Г. Сети подвижной связи. - М.: Эко-Трендз, 2017. 140 с.
4. Fernandez, E., et. al., Some security issues of wireless systems, Advanced Distributed Systems: 5th International School and Symposium, ISSADS 2005, Guadalajara, Mexico, January 24-28, 2005.
5. Ипатов В.П. Системы мобильной связи. - М.: Телеком, 2019. - 224 с.
6. Волков Л.Н. Системы цифровой радиосвязи. - М.: Спектр, 2008. - 150 с.
7. Урядников Ф.Ю. Сверхширокополосная связь. Теория и применение. - М.: Солон-Пресс, 2017. - 368 с.
8. Кирилов В.И. Многоканальные системы передачи. - М.: Новое знание, 2008. - 751 с.
9. Анин Б.Ю. Защита сотовых сетей. - СПб.: Ресурс, 2017. - 85 с.
10. Теодорович Н.Н. Системы безопасности в комплексном интеллектуальном здании // Промышленные АСУ и контроллеры. 2015. № 6. С. 54-55.
11. Адрианов В.И. Средства мобильной связи. - СПб.: Арлит, 2018. - 120 с.
12. Адрианов В.И. Сотовые, пейджинговые и спутниковые средства связи. - СПб.: Арлит, 2009. - 159 с.
13. Yang, H., et. al., Securing a Wireless World, Proceedings of the IEEE v. 94 no. 2 Feb. 2006.

					ЕЛІТ 6.172.378 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

14. Тепляков И.М. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей. - М.: Радио и связь, 2009. - 328 с.

15. Громаков Ю.А. Стандарты и системы подвижной радиосвязи. - М.: ЭкоТрендз, 2018. – 144с.

16. Зовнішній вигляд стаціонарної «глушилки» — [Електронний ресурс] — Режим доступу <https://yanashla.com/luchshie-podaviteli-glushilki-sotovoj-svyazi/> — назва з екрану.

17. Берлин А.Н. Сотовые системы связи / Издательство: «Интернет-университет информационных технологий - ИНТУИТ.ру », БИНОМ. Лаборатория знаний , 2019. - 362 с.

18. Централь Miraca — [Електронний ресурс] — Режим доступу <https://ohrana.ua/gsm-signalizatsiya/tsentral-micra.html> — назва з екрану.

19. Централь GSM сигналізація SMART GSM 2 — [Електронний ресурс] — Режим доступу <https://ohrana.ua/gsm-signalizatsiya/ppk-smart-gsm-2.html> — назва з екрану.

20. Инфраредный датчик руху Pyronix Colt XS — [Електронний ресурс] — Режим доступу <https://diteh.com.ua/p724650402-pyronix-colt-qpi.html> — назва з екрану.

21. Пожежний оптично – електронний димовий сповіщувач 212 – 41М — [Електронний ресурс] — Режим доступу [https://www.elvis.com.ua/ru/products-catalog/oborudovanie\\_dlya\\_sistem\\_pozharnoy\\_signalizatsii/izveshchateli\\_pozharnyie/spd\\_a\\_izveshchatel\\_pozharniy\\_dyimovoy\\_opticheskiy\\_tochechniy\\_adresnyiy\\_pid\\_3716-detail.html](https://www.elvis.com.ua/ru/products-catalog/oborudovanie_dlya_sistem_pozharnoy_signalizatsii/izveshchateli_pozharnyie/spd_a_izveshchatel_pozharniy_dyimovoy_opticheskiy_tochechniy_adresnyiy_pid_3716-detail.html) — назва з екрану.

22. Магнітно – контактний датчик СО – 102 – 4 — [Електронний ресурс] — Режим доступу <http://www.etk-elcom.ru/product/2.html> — назва з екрану.