

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Луцький національний технічний університет



СИСТЕМИ ОХОРОНИ ПЕРИМЕТРІВ

конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Інформаційні системи та технології охорони і безпеки» галузі знань 12 (F) Інформаційні технології спеціальності 126 (F6) Інформаційні системи та технології денної та заочної форм навчання

Луцьк 2026

УДК 654.9:681.586:004.056

С34

Рекомендовано до видання вченою радою факультету комп'ютерних та інформаційних технологій ЛНТУ, протокол № ____ від _____ 2026 року.

Голова Вченої ради факультету КІТ _____ Інна КОНДІУС

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій ЛНТУ

Директор бібліотеки _____ Наталія ПОЛЩУК

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри комп'ютерної інженерії та безпеки ЛНТУ, протокол № ____ від _____ 2026 року.

Укладачі: _____ Олег КАЙДИК, кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерної інженерії та безпеки ЛНТУ

_____ Тарас ТЕРЛЕЦЬКИЙ, кандидат технічних наук, завідувач кафедри комп'ютерної інженерії та безпеки ЛНТУ

Рецензент: _____ Олександр КЛЕХА, директор ТОВ «СП-Луцьк»

Відповідальний за випуск: _____ Тарас ТЕРЛЕЦЬКИЙ, кандидат технічних наук, завідувач кафедри комп'ютерної інженерії та безпеки ЛНТУ

С34 Системи охорони периметрів: конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Інформаційні системи та технології охорони і безпеки» галузі знань 12 (F) Інформаційні технології спеціальності 126 (F6) Інформаційні системи та технології денної та заочної форм навчання / уклад. О. Л. Кайдик, Т. В. Терлецький. Луцьк : ЛНТУ, 2026. 92 с.

У пропонованому виданні міститься чотири лекції до курсу «Системи охорони периметрів».

Конспект лекцій розроблено для формування у здобувачів освіти навичок системного аналізу сучасних технологій охорони периметра. Матеріал дозволяє не лише структурувати знання про фізичні бар'єри та засоби виявлення але й засвоїти концепцію створення багаторубіжних систем охорони периметра. Викладений матеріал дозволить здобувачам не лише систематизувати техніко-тактичні характеристики обладнання, а й опанувати методи забезпечення безперервного контролю периметральної зони.

ВСТУП

В умовах стрімкого розвитку інформаційних та інженерних технологій, а також постійного зростання рівня загроз несанкціонованого проникнення на об'єкти різного призначення, питання забезпечення надійної охорони периметра набуває особливої актуальності. Саме периметр є першою лінією захисту об'єкта, від ефективності якої залежить загальний рівень безпеки матеріальних, інформаційних та людських ресурсів.

Системи охорони периметрів являють собою сукупність технічних та програмних засобів, призначених для виявлення, запобігання та фіксації спроб несанкціонованого проникнення на територію об'єкта. До їх складу входять найрізноманітні засоби виявлення (сповіщувачі), які можуть використовуватися на відкритих ділянках, огорожах, інженерних спорудах й прилеглих зонах. Грамотне проектування та впровадження систем охорони периметра є базовою складовою комплексної системи безпеки сучасних об'єктів – від промислових підприємств і транспортної інфраструктури до військових, критично важливих та спеціалізованих об'єктів.

Висока ефективність систем охорони периметрів досягається завдяки їх інтеграції з іншими інженерно-технічними системами безпеки, зокрема з системами відеоспостереження, охоронно-пожежною сигналізацією, системами контролю та управління доступом, а також системами централізованого моніторингу та реагування.

Конспект лекцій з курсу «Системи охорони периметрів» є навчально-методичним матеріалом, який здатний узагальнити та систематизувати ключові теоретичні положення, нормативні вимоги та практичні підходи до проектування й експлуатації периметральних систем безпеки. Метою курсу є формування у здобувачів освіти, які навчаються за освітньою програмою «Інформаційні системи та технології охорони і безпеки», цілісного уявлення про принципи побудови, класифікацію, технічні засоби та методи інтеграції систем охорони периметра, а також набуття необхідних професійних компетентностей.

ЗМІСТ

Сторінка

ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 1. Теоретичні засади охорони периметрів та класифікація технічних засобів виявлення	
Тема 1. Основи фізичного захисту периметрів	5
Тема 2. Класифікація та принципи роботи технічних засобів виявлення	13
ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 2. Проектування, вибір та експлуатація систем охорони периметрів	
Тема 3. Проектування системи охорони периметрів та вибір технічних засобів	74
Тема 4. Особливості експлуатації засобів виявлення в системах охорони периметрів	80
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	91

ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 1. Теоретичні засади охорони периметрів та класифікація технічних засобів виявлення

ТЕМА 1. ОСНОВИ ФІЗИЧНОГО ЗАХИСТУ ПЕРИМЕТРІВ

План:

- 1.1 Загальні принципи охорони периметрів.
- 1.2 Типові вимоги, які висуваються до загороджень охоронних периметрів.
- 1.3 Шляхи подолання зловмисниками загороджень охоронних периметрів.
- 1.4 Способи несанкціонованого подолання периметра та вимоги, які висуваються до багаторубіжної системи охорони.

1.1 Загальні принципи охорони периметрів

В основу розроблення системи захисту периметра та організації її функціонування покладено принцип створення послідовних рубежів, які дозволяють своєчасно виявляти загрози, а розташування різноманітних перешкод запобігає вільному переміщенню порушників. Захист периметра об'єкта являє собою комплексне завдання, для ефективного вирішення якого важливим є оптимальне поєднання механічних перешкод із периметральними засобами виявлення (ПЗВ), які здатні забезпечити виявлення спроби або факту несанкціонованого подолання периметра.

Стратегію побудови систем охорони периметра (СОП) об'єкта визначають наступні ключові засади:

- багатозонність, яка дозволяє контролювати огорожу периметра, поділяючи його на локальні ділянки;
- комплексне та/або комбіноване виявлення із використанням ПЗВ на основі систем охоронного телебачення освітлення;
- забезпечення захисту ПЗВ від несанкціонованого втручання (саботажу).

1.2 Типові вимоги, які висуваються до загороджень охоронних периметрів

1.2.1 Загородження периметра території

Загородження периметра території є перешкодою (фізичний бар'єр) у вигляді огорожі, інших споруд чи конструкцій, які розташовано на поверхні або заглиблено у ґрунт.

Загородження периметра об'єкта (території), охоронних локально зон та окремих ділянок об'єкта (території) обладнують у вигляді прямолінійних ділянок із мінімальною кількістю згинів та поворотів, які здатні обмежити

спостереження та ускладнити застосування технічних засобів охорони (ТЗО).

Загородження, зазвичай, виключає у себе прохід людей (тварини), в'їзд/виїзд транспортних засобів та ускладнює проникнення на охоронну територію правопорушників, які оминають контрольно-пропускні пункти (КПП) або пости охорони.

З метою забезпечення надійної охорони територій об'єктів, необхідно, щоб загородження володіли наступними характеристиками:

- високою механічною міцністю (стійкістю до зовнішніх механічних впливів, які спрямовано на їх руйнування);
- стійкістю до різноманітних кліматичних впливів;
- простотою монтажу;
- високою ремонтпридатністю та відновлюваністю;
- можливістю застосування у різних геодезичних умовах;
- сумісністю із різними видами ПЗВ.

Варто зауважити, що до огорожі не повинні прилягати будь-які інші прибудови, окрім будівель, які вважаються складовою периметра. В огорожі не повинно бути лазів, проломів та інших ушкоджень, які сприяють проникненню на охоронну територію порушників. При цьому усі наявні ворота, двері та хвіртки мають бути зачинені.

1.2.2. Види огорож

Загородження прийнято поділяти на основну, додаткову та попереджувальну.

Для основного загородження характерною є висота полотна, заввишки воно не має бути меншим 2 метрів (в районах із глибиною снігового покриву понад 1 метр – не менше 2,5 метра). Для збільшення висоти основної огорожі зазвичай використовують додаткову верхню огорожу.

За ступенем захисту основні огорожі поділяють на:

- огорожі 1-го класу захисту (мінімально необхідний ступінь захисту об'єкта/території від проникнення) – огорожа, із конструкцій висотою не менше 2 метрів;
- огорожа 2-го класу захисту (середній ступінь захисту об'єкта/території від проникнення) – суцільна дерев'яна огорожа із дошки товщиною не менше 40 міліметрів, металева сітчаста або ґратчаста огорожа (висота огорожі не менше 2 метрів);
- огорожа 3-го класу захисту (високий ступінь захисту об'єкта/території від проникнення) – залізобетонна огорожа товщиною не менше 100 міліметрів; кам'яна або цегляна огорожа товщиною не менше 250 міліметрів; суцільна металева огорожа з товщиною листа не менше 2 міліметрів і посиленими

ребрами жорсткості; металева сітчаста огорожа, яка виготовлена із сталевого дроту діаметром 5-8 міліметрів й зварена таким чином, що утворюється вічко розміром не більше 50×300 міліметрів, з посиленими ребрами жорсткості. (висота огорожі не менше 2,5 метра з обладнаним додатковою огорожею);

– огорожа 4-го класу захисту (спеціальний ступінь захисту об'єкта/території від проникнення) – монолітна залізобетонна огорожа товщиною не менше 120 міліметрів; кам'яна або цегляна огорожа завтовшки не менше 380 міліметрів (висота огорожі не менше 2,5 метра, а в районах із глибиною снігового покриву понад 1 метр – не менше 3 метрів із обладнаною додатковою огорожею).

Додаткова огорожа встановлюється вгорі та внизу основного загородження й призначена для підвищення складності, під час подолання зловмисниками основного огороження, методом перелазу або підкопу, а також збільшення висоти основної огорожі.

Додаткова верхня огорожа – це козирок, який має здатність перешкоджати перелазу (зазвичай це вироби із спіральної або плоскої армованої колючої стрічки) та встановлюється на усіх видах основної огорожі, а також на дахах одноповерхових будівель, які прилягають до основного загородження і є складовою периметра охоронної ділянки.

Додаткова нижня огорожа встановлюється під основним загородженням із заглибленням у ґрунт не менше ніж на 0,5 метра. У випадку розміщення основної огорожі на стрічковому фундаменті функцію нижньої додаткової огорожі виконує сам залізобетонний фундамент.

Попереджувальна огорожа використовується у якості позначення межі рубежу охорони та поділяється на зовнішню та внутрішню.

Висота попереджувальної огорожі становить не менше 1,5 метра, а в районах з глибиною снігового покриву понад 1 метр – не менше 2 метрів. Слід зауважити, що на такому виді загородження через кожні 50 метрів необхідно розміщувати попереджувальні таблички (наприклад, «Не підходити! Заборонена зона», «Увага! Охоронна територія») та інші вказівні та попереджувальні знаки.

За необхідності між основною та внутрішньою попереджувальною огорожами обладнують заборонену зону, яка є спеціальновиділеною смугою місцевості, та призначена для виконання особовим складом підрозділу охорони службових завдань із захисту об'єкта/території.

У забороненій зоні не повинно бути жодних будівель та предметів, які ускладнювали б застосування системи охоронної сигналізації та дій підрозділу охорони. Слід зауважити, що заборонена зона може бути використана для організації охорони об'єкта/території за допомогою службових собак.

У цьому випадку попереджувальна огорожа повинна володіти висотою не менше за 2,5 метри. Ширина забороненої зони – не менше 5 метрів, а за розміщення у ній технічних засобів охорони має перевищувати ширину їх зони виявлення.

Варто пам'ятати і те, що до межі забороненої зони як із зовнішньої, так і з внутрішньої сторони не повинні прилягати до будівель, споруд, складських площ та лісонасаджень.

1.2.3 Ворота та хвіртки

Конструкція воріт та хвірток повинна забезпечувати їх жорстку фіксацію у закритому положенні. Відстань між дорожнім покриттям та нижнім краєм воріт має бути не більшою за 0,1 метр.

Ворота/хвіртки, які виконано із електроприводом та дистанційним керуванням обладнують пристроями аварійної зупинки, відкриття вручну на випадок несправності або відключення електроживлення, а також обмежувачами або стопорами для запобігання довільному відкриванню (руху).

За ступенем захисту від проникнення ворота/хвіртки прийнято поділяти на:

– ворота/хвіртки 1-го класу захисту (мінімально необхідний ступінь захисту), які виготовлено з некапітальних конструкцій заввишки не менше 2 метрів;

– ворота/хвіртки 2-го класу захисту (середній ступінь захисту): комбіновані, ґратчасті або рейкові ворота/хвіртки із металоконструкцій; дерев'яні ворота/хвіртки із суцільним заповненням полотен при їх товщині не менше 40 міліметрів; ґратчасті металеві ворота/хвіртки, які виготовлено із сталевих прутів діаметром не менше 16 міліметрів, які зварено таким чином, що формується вічко розміром не більше 150×150 міліметрів;

– ворота/хвіртки 3-го класу захисту (високий ступінь захисту) висотою не менше 2,5 метра: комбіновані або суцільні ворота/хвіртки з металоконструкцій; ворота/хвіртки дерев'яні із суцільним заповненням полотен при їх товщині не менше 40 міліметрів, обшиті із двох сторін металевим листом товщиною не менше 0,6 міліметра; комбіновані або суцільні ворота із сталевих листів товщиною не менше 2 міліметрів, посилені додатковими ребрами жорсткості та обшивкою зсередини дошкою товщиною не менше 40 міліметрів;

– ворота/хвіртки 4-го класу захисту (спеціальний ступінь захисту), які являють собою суцільні ворота/хвіртки із сталевих листів товщиною не менше 4 міліметрів, посилені додатковими ребрами жорсткості, й висотою не менше 2,5 метра.

1.3 Шляхи подолання зловмисниками загороджень охоронних периметрів

Для забезпечення ефективної охорони периметрів об'єктів, під час її проектування, необхідно скласти модель порушника, яка й дозволить врахувати можливі його дії під час проникнення на охоронний об'єкт.

Зазвичай під час проектування периметральної сигналізації користуються моделлю, так званого, «нормального» одиночного неінформованого порушника, у якого при собі може бути наявним звичайний слюсарний інструмент для руйнування огорожі, дошки або сходинок для полегшення перелазу, що дозволяє йому подолати охоронний рубіж в швидкому або середньому темпі. Дане припущення є справедливим для основної маси порушників (рис. 1.1), спонтанною метою яких може бути хуліганство, крадіжка, вандалізм.

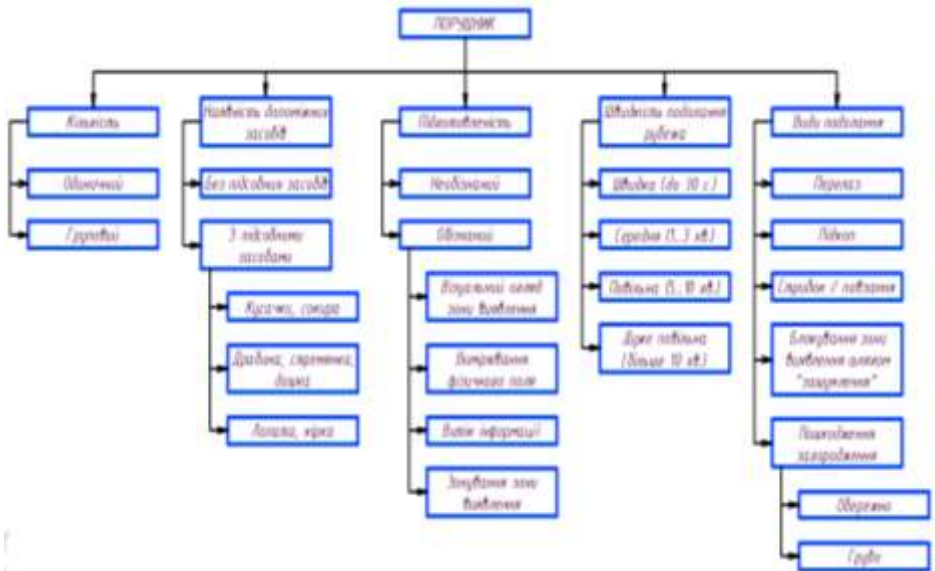


Рисунок 1.1 – Класифікація порушників

Найбільш небезпечними, з точки зору проникнення на об'єкт прийнято вважати:

- групи порушників, які допомагають один одному під час перетину рубежів або створюють потік сповіщень за периметром об'єкта, дезорієнтуючи охорону відносно реального вторгнення;
- порушники із спеціальними підручними засобами, які допомагають йому

обережно подолати охоронний рубіж шляхом перелазу (за допомогою драбини), організації «мосту» (дошка, сходи) над огорожею;

– руйнування огорожі газовим пальником, подолання більш витонченими, але можливими способами (перекочуванням, стрибком, підкопом);

– підготовлений порушник, який (візуально, за допомогою апаратури, шляхом розвідданих або «зондуванням») виявляє тип або навіть вид ПЗВ, вивчає відповідну документацію та визначає способи подолання його охоронного рубежу (ефективність виявлення знижується до мінімуму).

– дуже повільний (менше 0,1 м/с), а в деяких випадках дуже швидкий (більше 10 м/с, за допомогою стрибка) перетин засобу виявлення (ЗВ), під час якого корисні сигнали або знаходяться за межами діапазону зареєстрованих частот, або сприймаються, як перешкоди;

– поступове й обережне руйнування полотна огорожі проміжком раз на кілька хвилин з одночасним «гасінням» вібрацій і з наступним проникненням на об'єкт через сформований зловмисником отвір.

У таблиці 1.1 подано можливі способи дій підготовлених порушників та відповідні заходи протидії, які впливають, перш за все, на побудову периметрального рубежу сигналізації, включаючи вибір (за можливості) огорожі та рівень її технічної укріплення.

Таблиця 1.1 – Способи дії порушників та відповідні заходи протидії

Етапи подолання периметральних засобів виявлення	Способи кваліфікованого впливу порушника	Заходи щодо протидії порушникам
1	2	3
Підготовка до подолання ПЗВ	Візуальне виявлення монтажу ПЗВ	1. Використання ПЗВ, які призначені для прихованого монтажу або ПЗВ із малопомітними чутливими елементами. 2. Використання суцільної непрозорої основної огорожі заввишки не менше 2,5 м.
Підготовка до подолання ПЗВ	Визначення межі зони виявлення ПЗВ	1. Використання охоронної телевізійної системи виявлення підозрілої активності на зовнішньому рубежі охорони. 2. Застосування комбінованих ПЗВ, які формують рознесені зони виявлення таким чином, щоб дослідження внутрішніх ЗВ із зовнішнього боку огорожі було неможливим. 3. Застосування пасивних ПЗВ (сейсмічні, вібраційні тощо).

Кінець таблиці 1.1

1	2	3
	Неправомірний доступ до інформації про структуру СОП	Виконання необхідного комплексу організаційно-технічних заходів щодо захисту інформації про склад та структуру СОП, розташування її елементів.
Подолання ПЗВ	Подолання ПЗВ	1. Бетонування фундаменту огорожі. 2. Застосування протипідкопного ПЗВ, яке встановлюють на нижній додатковій огорожі або сейсмічного ПЗВ.
	Уповільнене або прискорене подолання периметра	1. Вибір оптимальної конструкції огорожі, яка максимально утруднює її подолання. 2. Вибір ПЗВ із відповідними тактико-технічними характеристиками (високою виявною здатністю, широким діапазоном швидкостей переміщення порушника).
	Уповільнене руйнування полотна огорожі	1. Проведення профілактичних охоронних заходів (обхід периметра). 2. Вибір огорожі, руйнування якої, у будь-який спосіб, призводить до достатнього для виявлення рівня корисного сигналу (армована колюча стрічка).
	Блокування ПЗВ шляхом його зашумлення	1. Застосування ПЗВ, які формують повідомлення про наявність підвищеного рівня перешкод та саботаж. 2. Застосування ПЗВ з активним принципом виявлення. 3. Застосування комбінованих або комбінованих суміщених ПЗВ.

У таблиці 1.2 наведено заходи протидії підготовленим порушникам.

1.4 Способи несанкціонованого подолання периметра та вимоги, які висуваються до багаторубіжної системи охорони

Найбільш ймовірними способами несанкціонованого подолання огорожі периметра охоронного об'єкта прийнято вважати:

- перетин межі зони виявлення: бігом, ходьбою, повільним кроком, повзком, стрибком, перекочуванням;
- перелаз огороження: за або без допомоги допоміжних засобів;

- пролаз через загородження шляхом деформування або руйнування полотна огорожі;
- підкоп під огорожу.

Таблиця 1.2 – Заходи протидії підготовленим порушникам

Класифікація порушників	Заходи протидії
Підготовлений порушник	1. Застосування двох ПЗВ, які базуються на різних фізичних принципах роботи, які рознесено у просторі. 2. Застосування комбінованих ПЗВ, які базуються на декількох фізичних принципах роботи, з активним та пасивним каналами виявлення. 3. За можливості прихований монтаж чутливих елементів ПЗВ. 4. Застосування ПЗВ вищого класу (не нижче за третій).
Група порушників	1. Використання огорожі, яка володіє високими захисними властивостями (армована колюча стрічка). 2. Використання ПЗВ, які інтегруються із телевізійною системою охорони, з метою визначення типу порушника (людина, група осіб, автотранспорт), локалізацією місця проникнення та формування повідомлення «Увага» під час їх наближення до межі охоронного периметра.

Для забезпечення ефективності СОП необхідно, щоб для кожного із наведених вище шляхів подолання загородження застосовувались лише необхідні ПЗВ. При цьому, не слід забувати, й про захист об'єктів високої категорії важливості та безпеки, на які ймовірність проникнення кваліфікованого порушника досить висока. Тут доцільно формувати декілька рубежів захисту периметра на базі декількох ПЗВ або комбінованого ПЗВ, який використовує активні та пасивні канали виявлення, які базуються на різних фізичних явищах.

Рекомендована література: [1, 2, 7-9].

Запитання для самоконтролю

1. Види загороджень та шляхи їх подолання зловмисником?
2. Назвіть характеристики, за допомогою яких забезпечують надійну охорону периметра об'єктів.
3. Найбільш ймовірні способи несанкціонованого подолання огорожі периметра.
4. У чому полягає основний принцип, який покладено в основу розроблення системи захисту периметра?

5. У чому полягає суть принципу багатозонності в контексті охорони периметра?
6. Чим відрізняється огорожа 2-го класу захисту від огорожі 3-го класу захисту за матеріалом та товщиною?
7. Що зазвичай використовують для комплексного та/або комбінованого виявлення порушника?
8. Що являє собою загородження охоронного периметра?
9. Як впливають кліматичні умови на вибір мінімальної висоти полотна основного загородження?
10. Яке комплексне завдання вирішує захист периметра об'єкта?
11. Яке призначення додаткової огорожі та де вона встановлюється?
12. Яке призначення забороненої зони?
13. Які вимоги висувають до виготовлення воріт або хвірток 4-го класу захисту?
14. Які вимоги висувають до конструкції воріт та хвірток?
15. Які вимоги висувають до конструкції огорож під час забезпечення прямолінійності ділянок?
16. Які вимоги висувають до попереджувальної огорожі? Попереджувальні таблички.
17. Які заходи протидії використовуються для запобігання візуальному виявленню монтажу ПЗВ?
18. Які заходи протидії зазвичай вживають для «підготовленого порушника»?
19. Які ключові засади визначають стратегію побудови систем охорони периметра об'єкта?

ТЕМА 2. КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ПРИНЦИПИ РОБОТИ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ВИЯВЛЕННЯ

План:

- 2.1 Загальна класифікація засобів виявлення.
- 2.2 Ємнісні засоби виявлення.
- 2.3 Радіохвильові засоби виявлення.
- 2.4 Провідниково-хвильові засоби виявлення.
- 2.5 Засоби виявлення, які працюють за принципом «лінії витікаючої хвилі».
- 2.6 Сейсмічні засоби виявлення.
- 2.7 Манометричні засоби виявлення.
- 2.8 Оптично-електронні засоби виявлення.
- 2.9 Вібраційні засоби виявлення.

- 2.10 Оптично-волоконні засоби виявлення.
- 2.11 Радіолокаційні засоби виявлення.
- 2.12 Комбіновані засоби виявлення.

2.1 Загальна класифікація засобів виявлення

Загальна класифікація периметральних засобів виявлення наведена в Державних стандартах України серії ДСТУ EN 50131.

ПЗВ прийнято поділяти за класами:

- стаціонарні, які призначені для тривалої безперервної роботи (їх середній термін служби – не менше 8 років);
- швидкорозгортаючі комплекси (ШРК), які призначені для тимчасового блокування рубежів на термін не більше 2-3 місяців.

Основні технікотактичні характеристики (ТТХ) таких комплексів поступаються стаціонарним, але вирають у масогабаритних параметрах та гнучкості тактичного застосування.

Слід відзначити, що деякі засоби виявлення отримали свої назви не за фізичним ефектом, який покладено у їх роботу, або за реєстрацією фізичного параметру, а конструкцією чутливого елемента (трибоелектричні або вібраційні).

Існуючі, на практиці, типи периметральних засобів виявлення прийнято поділяти на:

- маскуючі або видимі;
- пасивні або активні.

Маскуючі ЗВ, зазвичай, розташовують у ґрунті або в іншому середовищі та мають важливу тактичну перевагу – ідентифікація їх зони виявлення утруднена, що робить малоімовірним вторгнення порушників «хитромудрим» способом, під час якого різко зменшується здатність до їх виявлення. Для цього виду засобів виявлення перелік джерел застосованих перешкод є значно меншим, застосовані засоби не потребують регулярного технічного обслуговування але звужується діапазон граничних робочих температур.

Видимі (немасковані) ЗВ прийнято розташовувати на поверхні землі. При цьому вони є дешевші та практичніші, а їх монтаж та заміна, під час пошкодження не складає значних труднощів. Слід зауважити, що їх ідентифікація, підготовленим (обізнаним) порушником, збільшує вразливість охоронного рубежу.

Видимі засоби виявлення поділяють на:

- загороджувальні;
- незагороджувальні;
- променеві.

Для першого випадку, характерним є те, що чутливий елемент (ЧЕ) розподілено вздовж зони виявлення, а кабелі, які розташовано на огорожі (чи/або являють собою огорожу) піддаються механічній деформації під час вторгнення порушника та перешкоджають останньому вільно проникнути на охоронний об'єкт.

У другому випадку, для незагороджувальних ЗВ, кабелі розподілено вздовж рубежу й формують собою ЧЕ, при цьому, фізично вони не перешкоджають руху порушника, проте за їх допомогою формується й контролюється електромагнітне поле, параметри якого змінюються під час вторгнення.

У третьому випадку, променеві ЗВ характеризуються зоною виявлення, яка формується за допомогою компактного випромінювача електромагнітного поля. Його параметри змінюються у ході вторгнення та реєструються компактним приймачем. Слід зауважити, що такі пристрої можуть бути як одно-, так і двохпозиційними (залежить від поєднання давача та приймача в одному блоці).

З точки зору охорони периметрів, застосування загороджувальних засобів виявлення на практиці, є найбільш вдалим варіантом, оскільки вони забезпечують функцію затримання під час проникнення порушника (важлива в оперативно-тактичному плані). З іншого боку, перешкодостійкість загороджувальних засобів залежить від якості загородження, яку, зачасту, важко контролювати на об'єкті (наприклад, під час сильного вітру формується «стукіт», «брякіт» самої сітки або хитання опор, на яких її закріплено). Варто відзначити, що загороджувальні засоби можуть бути ідентифіковані кваліфікованими порушниками, а їх вартість (разом із огорожею) максимальна.

Незагороджувальні засоби, за меншої вартості, володіють малопомітністю, практично не залежать від конструкційних властивостей загородження.

Променим ЗВ властива низька погонна вартість обладнання рубежа охорони, проте й недоліки також присутні: нерівномірність чутливості за довжиною зони виявлення; чутливість до деяких перешкод (дрібні та середні тварини); погіршення ТТХ або непрацездатності за високого снігового покриву.

В активних засобах виявлення порушник реєструється системою під час його взаємодії із спеціальноствореним фізичним полем (наприклад, радіопроменем); у пасивних – за збуренням, яке вноситься в існуюче поле (наприклад, магнітне поле Землі).

До переваг пасивних ЗВ слід віднести їх менші масогабаритні характеристики та енергоспоживання, задоволення вимог візуального та радіомаскування. До переваг активних ЗВ відносять підвищену здатність виявлення та завадостійкість, залежність корисного сигналу від виду та стану загородження.

Залежно від виду зони виявлення ЗВ можуть бути:

- об'ємного або лінійного (контактного) виявлення;
- засоби, які повторюють рельєф місцевості або розповсюдження вздовж межі за променем.

Засоби виявлення об'ємної (трьохмірної) зони виявлення мають більшу здатність виявлення, у порівнянні із засобами, у яких зона виявлення формується у вигляді чутливої лінії, яка вимагає фізичного контакту з порушником. Об'ємну зону найважче обійти, навіть використовуючи підручні засоби. З іншого боку, ЗВ з контактною зоною виявлення нечутливі до об'єктів, які рухаються у безпосередній близькості до загородження (дерева, тварини, транспорт тощо), тому, за інших рівних умов, мають більшу перешкодостійкість.

Засоби виявлення, у яких зона виявлення поширюється вздовж рубежу за променем, більш прості в монтажі та обслуговуванні, проте вимагають ретельної інженерної підготовки місцевості або платформи для встановлення (огорожа, стіна споруди), щоправда, вони простіше ідентифікуються порушником. Чим складнішим є периметр і рельєф місцевості, тим менше їх ефективність (можлива поява «мертвих зон»). Щодо засобів виявлення, які працюють за рельєфом місцевості, то вони, зазвичай, не потребують проведення підготовчих ландшафтних робіт, проте їх монтаж та технічне обслуговування дорожчі.

До основних характеристик засобів виявлення зазвичай відносять:

- ймовірність виявлення;
- перешкодостійкість;
- довжина блокованого рубежу;
- споживана електрична потужність;
- вартість;
- надійність;
- вразливість ЗВ до нестандартного способу подолання/обходу.

Специфіка сучасних умов до проектування та експлуатації периметральних засобів виявлення полягає в широкій різноманітності кліматичних та ґрунтово-геологічних умов. Великі сезонні коливання температури та зміни кліматичних умов унеможливають використання будь-якої єдиної системи для будь-якої кліматичної зони.

Температурний діапазон застосування для наявних сповіщувачів лежить у межах від -40 до $+50^{\circ}\text{C}$. Відповідно від них вимагається універсальність і гнучкість, можливість роботи в широкому діапазоні умов експлуатації. Будь-які периметральні засоби виявлення мають легко інтегруватися з іншими ПЗВ й системою охоронного відеонагляду.

2.2 Ємнісні засоби виявлення

У наш час, на ринку охоронної сигналізації широко представлені ємнісні сповіщувачі для охорони периметрів. Загалом, цим засобам притаманна висока надійність, про що говорить їх широке застосування на різноманітних об'єктах протягом останніх десятиліть.

До переваг ємнісних сповіщувачів відносяться відсутність «мертвих» зон і високу чутливість. Зона виявлення легко налаштовується та регулюється.

Сповіщувач складається із чутливого елемента та блока обробки сигналів (БОС). Сповіщувачі формують сповіщення про виявлення під час наближенні або дотику порушника до ЧЕ та добре працюють на периметрі із складною формою і рельєфом.

Інформаційною ознакою проникнення порушника є зміна електричної ємності антенної системи на величину, яка перевищує встановлений рівень формування сигналу сповіщення.

Чутливий елемент таких сповіщувачів являє собою один або декілька металевих електродів, які змонтовано на ізоляторах уздовж або зверху огорожі (антена). Зона виявлення ємнісного сповіщувача (рис. 2.1) є циліндром з основою у формі еліпса, поздовжня вісь якого паралельна провідникам антенної системи.



Рисунок 2.1 – Зона виявлення ємнісного сповіщувача

Коли порушник наближається до електродів або стосується їх, ємність антени змінюється, що реєструється в БОС і видається повідомлення про тривогу.

Ще однією перевагою цих сповіщувачів є використання інженерного загородження у якості чутливого елементу.

На рисунку 2.2, у якості чутливого елемента, подано декоративні ґрати, які встановлено по верх огорожі. Однак необхідно пам'ятати, що ЧЕ цих сповіщувачів має бути ізолюваною від землі. При цьому усі секції решітки з'єднано у загальний електричний контур та ізолювано від основної огорожі. Антенна система підключена до БОС, який генерує електричний сигнал та вимірює ємність антенної системи.



Рисунок 2.2 – Зовнішній вигляд ємнісного засобу виявлення, який встановлено на залізобетонному паркані

Найбільш ефективним є застосування чутливих елементів у вигляді козирків із зварної сітки на периметрах, які обладнано міцною жорсткою огорожею (залізобетонні плити, цегляні стіни, зварні металеві панелі тощо).

До дестабілізуючих чинників, які впливають на роботу ємнісних засобів виявлення варто віднести:

- вплив шкідливих, паразитних сигналів від великої кількості зовнішніх перешкод (метеорологічні опади та індустриальні перешкоди);
- вплив птахів під час посадки на ЧЕ;

– вплив рослинності в ближній зоні ЧЕ або під час їх безпосереднього дотику;

– складність визначення корисного сигналу і натомість перешкод.

Зауважимо, що такі джерела перешкод здатні спричинити формування помилкових сповіщень. Тому, під час застосування ємнісних сповіщувачів необхідно приділяти достатню увагу вивченню різних перешкод, які притаманні для об'єкту й правильної установки сповіщувача (корисний сигнал, який формується під час появи порушника є малим та становить, як правило, соті частини відсотка контрольованого параметра).

2.3 Радіохвильові засоби виявлення

2.3.1 Призначення, основні характеристики та види

Відмінність між радіохвильовими (РХЗВ) та радіолокаційними засобами виявлення (РЛЗВ) полягає у способі формування чутливої зони:

- РХЗВ використовує ближню зону поширення радіохвиль (менше 10λ);
- РЛЗВ використовує далеку зону поширення радіохвиль (понад 100λ).

Залежно від принципу роботи засобу виявлення прийнято поділяти на активні та пасивні.

Пасивні РХЗВ і РЛЗВ використовують власне випромінювання об'єкта виявлення або зміну електромагнітного поля (ЕМП) зовнішніх джерел, які генеруються ним. А активні РХЗВ та РЛЗВ – власні ЕМП для формування зони виявлення.

На практиці розрізняють одно- й двохпозиційні засоби виявлення.

Однопозиційним засобом виявлення притаманний загальний блок приймача (слід пам'ятати, що пасивні РХЗВ і РЛЗВ завжди однопозиційні), двохпозиційні виконують із розподіленими блоками приймача (ПРМ) та передавача (ПРД).

Пасивні РЛЗВ прийнято застосовувати для виявлення порушників, які володіють власним електромагнітним випромінюванням.

Активні однопозиційні РЛЗВ включають у себе:

- однопозиційну радіолокаційну станцію (РЛС);
- нелінійний радіолокатор;
- радіохвильовий сповіщувач.

РЛС метрового, дециметрового, сантиметрового та міліметрового діапазонів прийнято застосовувати для контролю прилеглої, до особливо важливих об'єктів, території, охорони берегової смуги, прибережної зони та ближньої розвідки в умовах бойових дій.

РЛС бувають стаціонарними, мобільними (які встановлюють на рухому платформу) та РЛС, які носяться.

Нелінійний радіолокатор використовує ширококутовий сигнал спеціальної форми та призначений для виявлення людини за нерухомими фізичними перешкодами або укриттями (дерев'яними, цегляними та залізобетонними стінами, перекриттями тощо).

Радіохвильовий однопозиційний сповіщувач використовують для тимчасового блокування розривів в загородженні, охорони об'єму приміщення, входів в охоронні будівлі, для перекриття «мертвих зон» під час охорони периметрів, організації прихованих рубежів блокування в охоронних приміщеннях.

Зазвичай, однопозиційні мікрохвильові ЗВ працюють у дециметровому, сантиметровому та міліметровому діапазонах. Для виявлення порушника використовується зміна розташування стоячих хвиль в охоронному об'ємі під час появи суб'єкта виявлення (СВ) або формування ефекту Доплера під час його руху.

Двохпозиційні РЛЗВ працюють у дециметровому, сантиметровому та міліметровому діапазонах й використовуються для блокування периметрів об'єктів, місць тимчасового розташування військових підрозділів, вантажів тощо. Корисний сигнал формується за рахунок зміни порушником сигналу зв'язку на вході приймача.

Двохпозиційні РХЗВ працюють у декаметровому, метровому та дециметровому діапазонах довжин хвиль та застосовуються для блокування периметрів об'єктів й організації прихованих рубежів охорони. В якості антенних систем застосовують радіовипромінюючі кабелі типу «Лінія витікаючої хвилі» (ЛВВ), шматково-ламані, одно- та двохранні лінії.

Засіб виявлення двохранній РХЗВ – це ділянка, поява на якій СД викликає виникнення корисного сигналу рівень якого перевищує рівень шуму або перешкоди.

За межею такого засобу виявлення розташовують зону відчуження – це зона, поява в якій групи людей, переміщення техніки або коливання кущів, дерев здатне перевищити корисний сигнал порогового значення та видачі хибного спрацювання.

2.3.2 Технічні рішення, які здатні підвищити надійність виявлення радіохвильових засобів виявлення

На сьогодні широко впроваджують розробки оптимізації розмірів ЗВ. Технічне рішення щодо оптимізації таких розмірів досягається, в основному, двома способами:

- збільшення частоти випромінювання;
- застосування асиметричних планарних антен.

Використання більшої частоти дозволяє при тих же габаритах виробів використовувати більш вузьконаправлені антени, що зменшує чутливість до перешкод від руху поблизу робочої зони ЗВ. Сповіщувачі, які використовують частоту 24 ГГц та вище, відомі давно, але висока вартість НВЧ-вузлів, обмежувала їх застосування саме там, де вони були необхідні (у міських умовах на об'єктах дуже часто немає можливості виділення достатньої, за шириною, зони відчуження, у якій не бажаними є інженерні споруди, дерева, проїзд автотранспорту).

Використання робочої частоти 24,125 ГГц дозволяє, за тих же габаритах ЗВ, використовувати вузькоспрямовані антени, що зменшує чутливість до перешкод, які формуються рухом поблизу зони виявлення.

На рисунку 2.3 подано мікрохвильові бар'єри радіочастотного діапазону 24 ГГц.



а)



б)



в)



г)

Рисунок 2.3 – Радіохвильові сповіщувачі:

- а) – ОРТЕХ, серія Redwave (Японія); б) – Southwest Microwave, модель 336-24 (США); в) – CIAS, серія ERMО 482 / CORAL (Італія); г) – SORHEA, серія PIRAMID (Франція)

Встановлення конкретної частоти у межах виділеної смуги дозволяє встановити декілька десятків частотних каналів для сповіщувачів діапазону 24 ГГц. Така особливість дозволяє повністю позбутися взаємного впливу сповіщувачів на охоронному об'єкті.

Необхідність охорони таких специфічних споруд, як виходи повітроводів, входи в тунелі, технологічні колодязі, наземні технологічні споруди підземних комунікацій потребує застосування сповіщувачів із низькою робочою частотою (433,92 МГц), які здатні випромінювати енергію з довжиною хвилі на порядок більшою за традиційну, яка використовується в лінійних радіохвильових сповіщувачах. Така модифікація ЗВ дозволила отримати цілий ряд переваг, які здатні виділити ці сповіщувачі:

- відсутність хибних сповіщень під час переміщення груп людей, тварин, автотранспорту за межами сітчастих і ґратчастих загороджень;
- низьку чутливість до можливих коливань елементів огорожі та інших великих предметів, які розташовані на охоронному об'єкті;
- відсутність реакції на переміщення, в зоні виявлення, дрібних предметів, у тому числі птахів, тварин (за розміром не більше середнього собаки), коливання гілок дерев.

Окрім цього, сповіщувач з низькою робочою частотою створює суцільну об'ємну зону виявлення, яка охоплює зосереджене в центрі охоронного периметра обладнання та споруди (лише в такому випадку можна говорити про відсутність «мертвих зон» під час охорони таких об'єктів).

Випромінювання енергії з більшою довжиною хвилі дозволяє застосувати сповіщувач для охорони повітроводів, що є досить складним завданням, за рахунок використання певних особливостей цього частотного діапазону, а саме:

- низької чутливості, в зоні виявлення, до пари/туману, крапель (конденсат) й невеликих струменів води, які будуть стікати з блоків;
- працездатності під час зледеніння та сильних забруднень блоків.

Для дистанційного діагностування й налаштування таких сповіщувачів використовують комп'ютер із спеціальним програмним забезпеченням, який з'єднується через інтерфейс RS-485.

Поділ зон виявлення на підзони (рис. 2.4) дозволяє:

- чітко визначити межі зони виявлення;
- збільшити завадостійкість до руху людей та транспорту поза нею;
- відключати будь-яку із підзон для створення коридору «санкціонованих» проходів, або для створення зони з «вибірковим» виявленням.

Функція «Антимаскування» дозволяє визначити навмисне маскування, для проєднання зловмисником несанкціонованих дій, усієї охоронної зони.

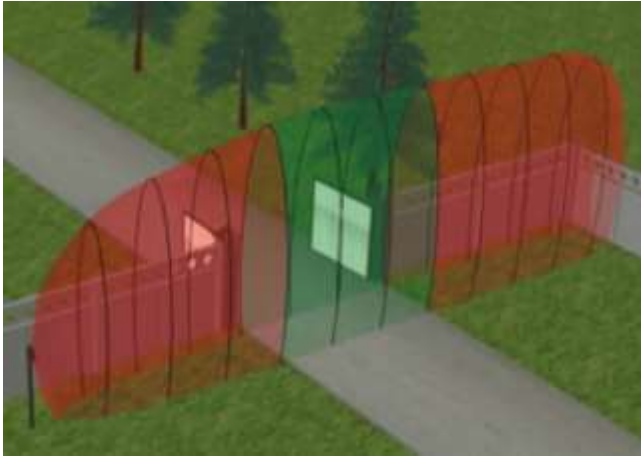


Рисунок 2.4 – Зона виявлення сповіщувача із поділом на підзони

На сьогодні, виявлення порушника, який повзе або перекочується, є актуальним завданням, оскільки встановлені на певній висоті лінійні радіохвильові сповіщувачі не здатні виявити такі способи подолання охоронного периметра порушником. Forteza FMC 200 (Литва) здатна реалізувати цю функцію, проте має специфічні вимоги до типу контрольованої поверхні та обмеження щодо максимальної дистанції роботи.

2.3.3 Радіохвильові однопозиційні сповіщувачі

Застосування традиційних однопозиційних радіохвильових сповіщувачів, принцип роботи яких засновано на ефекті Доплера, вимагає дотримання досить великої кількості умов. Притаманні для них недоліки, такі як нерівномірна чутливість, що залежить від відстані до об'єкта виявлення, низька завадостійкість до близькорозташованих коливальних та віброуючих предметів, обмежують їх використання.

Нерівномірна чутливість полягає у тому, що великогабаритний об'єкт, який знаходиться за межами зони виявлення формує такий же сигнал, як і дрібний об'єкт біля сповіщувача. На рисунку 2.5 подано зону виявлення радіохвильового однопозиційного сповіщувача.

Випромінювання складного сигналу дозволяє радіохвильовим однопозиційним сповіщувачам вимірювати відстань до об'єкта і визначити чи переміщується він, чи вібує. Слід відзначити, що на такому принципі базується алгоритм виявлення наступних сповіщувачів: OPTEX, серія Redwall, моделі SIP (Японія); FORTEZA, модель Forteza-50 / Forteza-100 (Литва); CIAS, серія MURENA (Італія); Bosch Security Systems, серія Professional Series TriTech,

модель ISC-PDL1-W18G (Німеччина); Honeywell, серія DUAL TEC, серія DT8000 (США); SIA Crow, серія SWAN / EDS, модель EDS-2000 (Ізраїль).

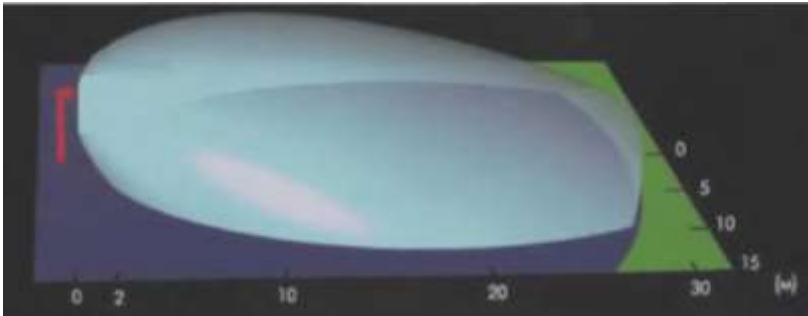


Рисунок 2.5 – Зона виявлення радіохвильового однопозиційного сповіщувача

Сучасні сповіщувачі базуються на принципі лінійної модуляції робочої частоти, завдяки чому, на відміну від застосування принципу виявлення, який засновано лише на зміні фазово-частотних характеристик відбитого сигналу за законом Доплера, можна досягнути більш рівномірну чутливість за усією довжиною зони виявлення й більш точно встановити її межі.

Радіохвильові однопозиційні сповіщувачі, які володіють високою здатністю виявлення, перешкодозахищеністю та стійкістю до навмисного порушення функціональних характеристик застосовують для охорони приміщень особливо важливих об'єктів.

2.3.4 Радіохвильові двохпозиційні сповіщувачі

Радіохвильовий двохпозиційний сповіщувач складається із передавача та приймача, при цьому, між ними формується суцільний радіохвильовий бар'єр еліпсоїдної форми великої осі, яка збігається з умовною прямою лінією, що з'єднує центри антенних пристроїв або точки максимального випромінювання та приймання радіохвиль (рис. 2.6).

Як видно з рисунка 2.6, зона виявлення поблизу передавального та приймального блоків, у перетині, фактично збігається з апертурою (ефективною площею) антен та значно розширюється до середини контрольованої ділянки.

ПРД випромінює радіоімпульси, ПРМ їх сприймає. Принцип роботи таких сповіщувачів базується на реєстрації та аналізі коливань, які сприймаються ПРМ. Ширина та висота зони виявлення визначається обраною робочою частотою (як правило, від 1 до 28 ГГц і вище), алгоритмом обробки сигналів, додаванням оброблення вищих «зон Френеля», величинами порогів та бічних пелюсток антен.

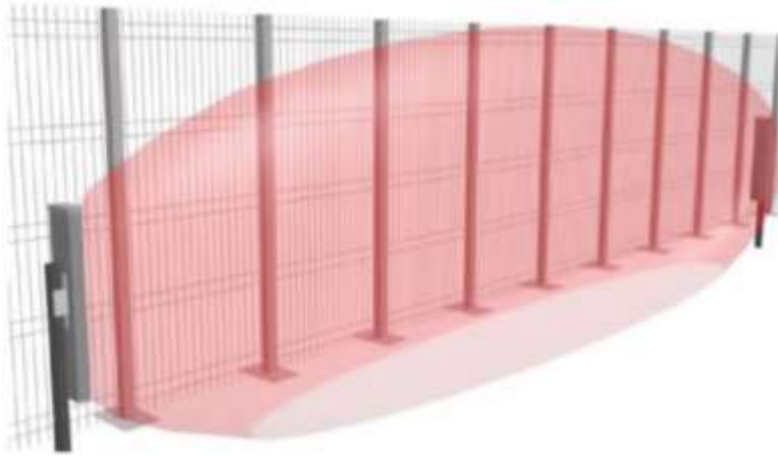


Рисунок 2.6 – Зона виявлення радіохвильового двохпозиційного сповіщувача

Для робочої частоти 10 ГГц діаметр зони виявлення (еліпсоїда), в середині ділянки довжиною 250+50 м, приблизно рівна 5 м.

Вибір робочої частоти обмежує можливості антен за спрямованістю випромінювання та приймання НВЧ-енергії. Відповідно, чим кращою є спрямованість, тим більшою буде дальність й меншою ширина зони виявлення і, як наслідок, менший вплив навколишніх негативних чинників. Мінімізація габаритів антен суперечить їх спрямованості, а збільшення частоти навпаки позитивно відбивається на цій властивості. Однак збільшення частоти призводить до збільшення впливу метеочинників, дрібних предметів та тварин, які потрапляють у зону виявлення, що знижує інформативність сигналів, збільшує ймовірність хибних спрацювань, збільшує зони нечутливості поблизу антен й полегшує можливість безконтрольного подолання рубежу охорони.

Враховуючи це, більшість розробників та виробників знаходять «золоту середину» (близько 10 ГГц) й визначають параметри антенних пристроїв виходячи з компромісу між спрямованістю випромінювання, інформативністю детектованого сигналу й конструктивно-ціновими характеристиками для отримання високих якісних показників за невисокої їх вартості.

2.3.5 Визначення напрямку переміщення

Виятковою особливістю сповіщувача із функцією визначення напрямку переміщення є наявність двох антен у блоках ПРД та ПРМ, чим досягається дуже високий рівень стійкості до перешкод.

На практиці відомо про сповіщувачі з горизонтальними антенами, які здатні визначити спробу вторгнення лише під час перетину двох радіопромінів із

зсувом у часі. Це дозволяє з великим ступенем ймовірності відокремити сигнал перешкоди від реального сигналу при перетині зони виявлення порушником.

Схему роботи такого лінійного радіохвильового сповіщувача подано на рисунку 2.7.

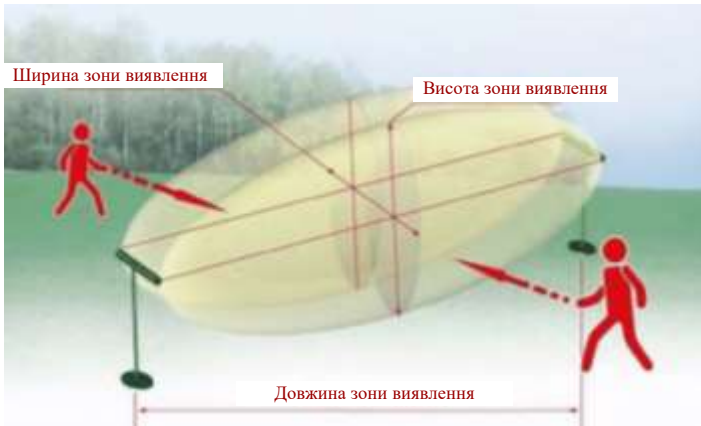


Рисунок 2.7 – Зона виявлення лінійного радіохвильового сповіщувача із горизонтальним розташуванням антен

Визначення напрямку порушника, попередня цифрова фільтрація та алгоритм подальшої обробки сигналу забезпечують не більше одного помилкового спрацювання на рік із збереженням ймовірності виявлення 0,98. Довжина зони виявлення від 10 до 100 м, а ширина – не більше 6 м.

Функція визначення напрямку переміщення порушника є інноваційним напрямком розроблення лінійних радіохвильових сповіщувачів, їх метою залишається істотне збільшення завадостійкості.

2.3.6 Можливості охорони пересічної місцевості

Сповіщувачам цієї групи властиво мати комплект блоків ПРД й ПРМ, які призначені для охорони 16 ділянок по 8 м кожна. Для них не потрібне юстирування та попередня підготовка охоронних периметрів ділянок, допускається наявність трави, дерев, кущів.

На рисунку 2.8 показано зона виявлення таких сповіщувачів.

Даному способу притаманна охорона «ламаних» периметрів об'єктів.

Переваги РЛЗВ:

- об'ємна невидима зона виявлення;
- безпечний рівень випромінювання;
- мале енергоспоживання;

– РЛЗВ характеризуються стійкістю до змін умов навколишнього середовища та перешкод у вигляді: снігу, дощу, туману, вітру, дрібних тварин, птахів, радіостанцій, вібрації, перешкод з живлення, електростатичних розрядів, впливу зовнішнього випромінювання в робочому діапазоні частот з метою саботажу.

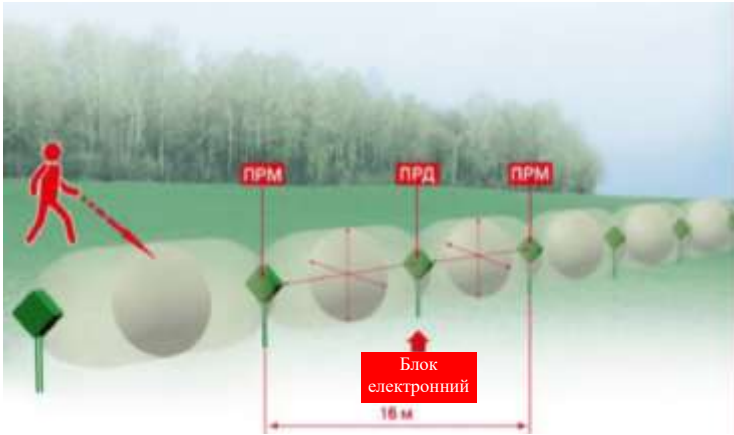


Рисунок 2.8 – Зона виявлення охоронного лінійного радіохвильового сповіщувача

Недоліки РЛЗВ:

- РЛЗВ вимагають прямої видимості між приймачем та передавачем;
- для стійкої роботи РЛЗВ необхідно сформувати зону відчуження, яка не повинна перевищує розміри зони виявлення;
- для забезпечення стійкої роботи РЛЗВ необхідно обслуговувати як зону виявлення охоронного периметра, так і зону відчуження.

2.4 Провідниково-хвильові засоби виявлення

Принцип роботи такого сповіщувача засновано на створенні об'ємної зони виявлення «козиркового» типу навколо чутливого елемента, який виготовлено із двох ізольованих провідників, що закріплені паралельно один до одного на діелектричних консолях. Провідники формують собою «відкриту антену» або лінійну частину сповіщувача. До одного її кінця підключається ПРД до іншого ПРМ. Зміна параметрів електромагнітної хвилі, яка поширюється від передавача до приймача, під час перетину зони виявлення порушником є підставою для формування сповіщення про виявлення.

Проникнення порушника в зону виявлення сповіщувача призводить до локальної зміни діелектричної проникності середовища, яка викликає зміну параметрів електромагнітної хвилі, що призводить до зміни електричного сигналу, який надходить на приймач та є основою для формування сповіщення про виявлення.

На сьогодні для більшості сповіщувачів ПРД притаманним є формування імпульсного сигналу із широким спектром, що дозволяє забезпечити рівномірну чутливість за усією довжиною двохпровідникової лінії. Зміни сигналу аналізуються в ПРМ, який, відповідно до заданого алгоритму, формує сигнал сповіщення.

Передавач, у свою чергу, формує високочастотний імпульсний сигнал, який створює ЕМП між провідниками. Навколо провідникової пари («відкритої антени») формується об'ємна зона виявлення із поперечним перерізом у вигляді еліпса, у фокусах якого розташовуються провідники. Відстань між провідниками, як правило, становить 0,4 м, при цьому зона виявлення має розмір 0,5×0,8 м.

На рисунку 2.9 подано можливі зони виявлення провідниково-хвильового сповіщувача.



Рисунок 2.9 – Зони виявлення провідниково-хвильового сповіщувача

Зауважимо, що такі сповіщувачі досить надійно охороняють периметри. Сповіщувачі налаштовуються на виявлення об'єктів масою не менше 30 ± 10 кг, не спричиняють хибне спрацювання під час попадання дрібних тварин у зону виявлення та посадки птахів на провідники. Сповіщувачі не формують сигнал спрацювання при проїзді транспорту на відстані більше 3 м від охоронного периметра, стійкі до впливу сильного дощу (до 40 мм/год), снігу, граду. Довжина охоронної ділянки, для цих сповіщувачів, становить до 250 м, або до 500 м для двохфлангового виконання.

На практиці, ЧЕ прийнято монтувати або на консолях поверху загородження (рис. 2.10, а), або на ізоляторах, безпосередньо на огорожі (рис. 2.10, б). Консолі прийнято розташовувати з кроком від 4 до 6 м за периметром охоронного об'єкта.

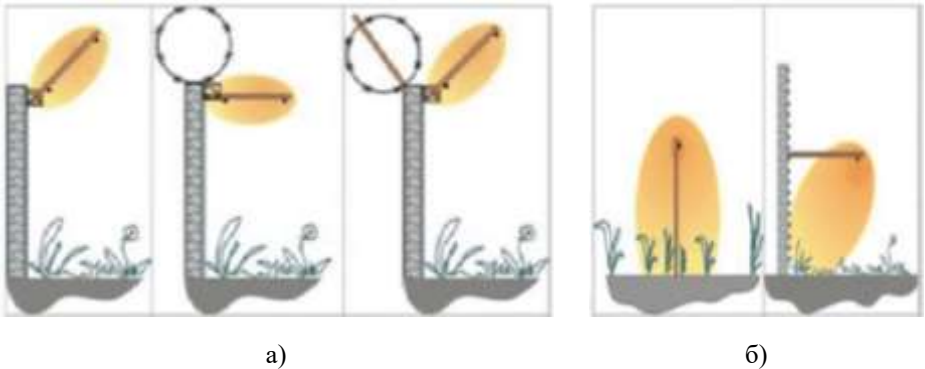


Рисунок 2.10 – Монтаж чутливих елементів провідниково-хвильових сповіщувачів:

а) – поверх загородження; б) – на огорожі

Основним недоліком встановлення чутливого елемента сповіщувача поверх огорожі є можливість формування хибного спрацювання, яке спричинено вібрацією провідників. Тому сповіщувачі необхідно встановлювати на будь-яких «жорстких» огорожах (цегла, бетон, метал), оскільки вібрація провідників на «м'якій» огорожі призводить до формування хибного спрацювання. Відстань між сусідніми стійками (кронштейнами) повинна бути від 5 до 7 м, на місцевості із сильними вітрами рекомендовано цю відстань зменшити – від 3 до 5 м.

На практиці відомо й про такий варіант монтажу коли верхній провід провідниково-хвильового сповіщувача прокладають поверх огорожі на діелектричних стійках на висоті від 1,5 до 2,0 м, а нижній прокладають поверх

землі або заглиблюють у ґрунт від 0,03 до 0,05 м. Ширина зони виявлення на ґрунті становить до 3,0 м.

На рисунку 2.11 подано приклад виконання монтажу чутливого елемента провідниково-хвильового сповіщувача.

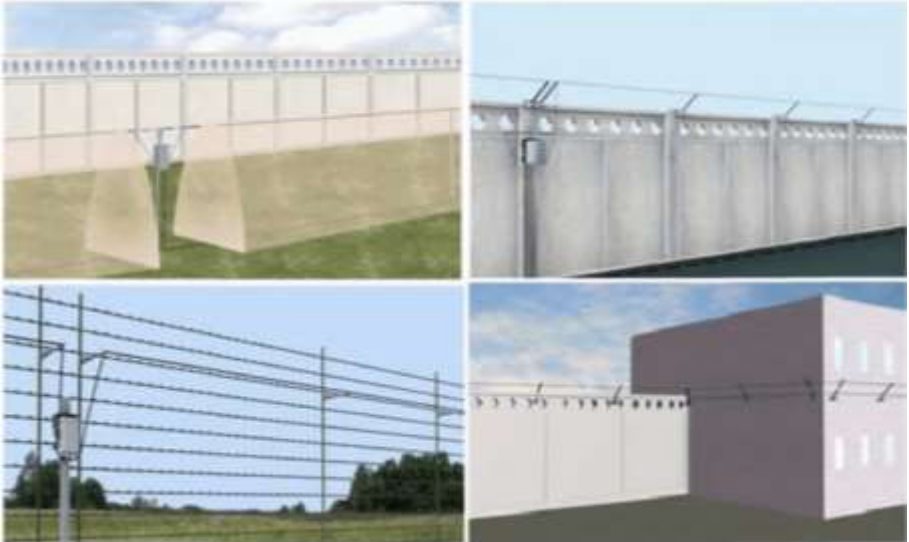


Рисунок 2.11 – Варіанти монтажу провідниково-хвильового сповіщувача

Такі сповіщувачі здатні забезпечувати безперервну цілодобову роботу та зберігає свої технічні характеристики за температури навколишнього середовища від -40 до $+65^{\circ}\text{C}$.

Практично всі види провідниково-хвильових засобів виявлення (ПХЗВ) здатні налаштовуватись на детектування об'єктів у залежності від їх маси, для того щоб виключити хибні спрацювання сповіщувачів під час потрапляння в зону виявлення дрібних тварин або птахів.

Загальною тенденцією у створенні засобів охорони периметра є постійне зниження споживаної потужності сповіщувачів. Вибір алгоритмів обробки дозволяє гнучко налаштовувати систему залежно від навколишніх умов та обраного критерію спрацьовування (наближення людини до стіни, рух уздовж неї, перелаз тощо).

Переваги ПХЗВ:

– незалежність зони виявлення від профілю ґрунту та точне прокладання лінії загородження;

– нечутливі до сейсмічних та акустичних впливів, тому їх можна монтувати на огорожі поблизу автомобільних доріг або залізничних колій;

– простота й невелика вартість чутливого елемента (у якості ЧЕ використовують кабель польового телефонного зв'язку П-274М, який забезпечує достатню механічну міцність і стійкий до атмосферних впливів);

– простий монтаж та технічне обслуговування (періодична перевірка працездатності, контроль за станом натягування й кріплення провідників лінійної частини).

Недоліки ДХЗВ:

– чутливість до перешкод під час впливу ЕМП на чутливий елемент, який виступає у ролі розподіленої приймальної антени;

– параметри імпульсного сигналу можуть змінюватися під час зміщення провідників один відносно одного в результаті їх провисання або, у тому випадку, коли у зоні виявлення знаходяться гілки дерев, чагарників і зграї птахів.

2.5 Засоби виявлення, які працюють за принципом «лінії витікаючої хвилі»

Чутливий елемент засобу виявлення, які працюють за принципом «лінії витікаючої хвилі» (ЛВХ) – це перфорований кабель, у якому зовнішній провідник не забезпечує повного екранування центральної жили кабеля, і певна частина енергії переданого НВЧ-сигналу випромінюється через отвори до зовнішнього середовища, а інша частина енергії проникає в приймальний кабель такої ж конструкції.

Принцип роботи ЛВХ-сповіщувача засновано на індикації збурення електромагнітного поля під час перетину порушником об'ємної зони виявлення, яка формується випромінюючими чутливими елементами.

У передавальному ЧЕ формується режим, який близький до режиму витікаючої хвилі, а в приймальному чутливому елементі наводиться опорний сигнал. ЕМП поширюється у навколишньому середовищі й потрапляє на приймаючий ЧЕ, у якому формується електричний сигнал, який потім потрапляє до аналізатора, для виділення ознак проникнення. Проникнення порушника в зону виявлення сповіщувача призводить до зміни поширення ЕМП, за рахунок його відбиття від порушника. Відбите від порушника ЕМП також сприймається приймальним ЧЕ, внаслідок чого відбувається низькочастотна модуляція амплітуди та фази сигналу зв'язку.

Слід зауважити, що ЧЕ ЛВХ-сповіщувача може сприймати достатньо сильне ЕМП в одній точці і поступово поширювати його за усєю своєю

довжиною, незалежно від зміни траси. Чутливі елементи можуть монтуватись на огорожі або закопуватись у ґрунт.

На рисунку 2.12 подано структурну схему ЛВХ-сповіщувача.

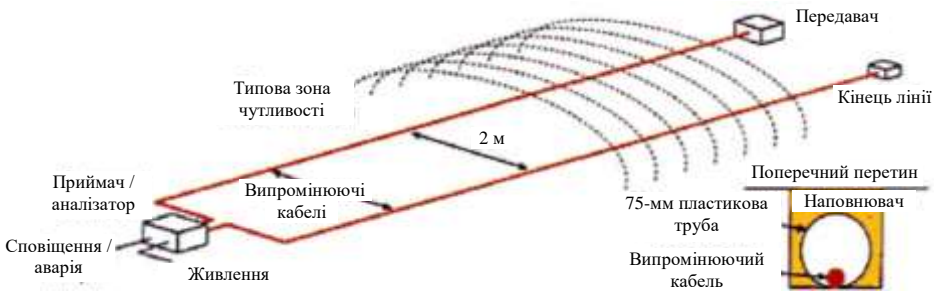


Рисунок 2.12 – Структурна схема сповіщувача, який працює за принципом «лінії витікаючої хвилі»

На рисунку 2.13 наведено приклад типової зони виявлення ЛВХ-сповіщувача під час монтажу його ЧЕ в ґрунті.

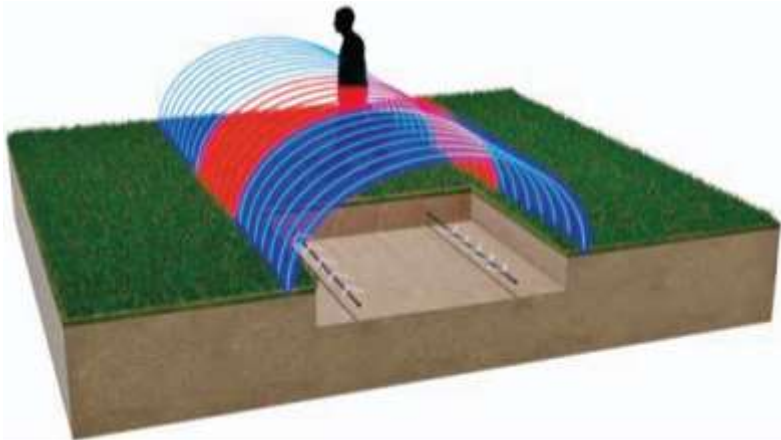
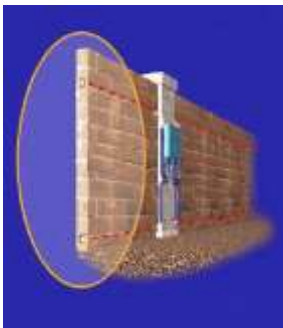


Рисунок 2.13 – Типова зона виявлення ЛВХ-сповіщувача під час монтажу його чутливих елементів в ґрунті

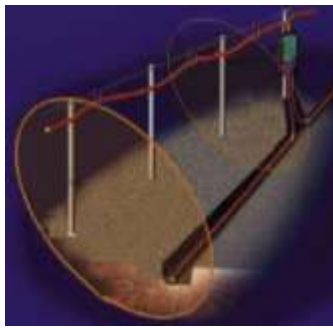
Ширина зони виявлення залежить від чутливості кабелю (виду його конструкції), частоти сигналу, відстані між кабелями, параметрів поверхні наповнювача та способу обробки сигналу.

Зона виявлення для ЛВХ-сповіщувача являє собою циліндр із основою, яка описує форму еліпса. Зазвичай більша діагональ еліпса становить від 1,5 до 3 м, а менша від 1 до 3 м. При цьому чутливі елементи конструкції можуть знаходитись:

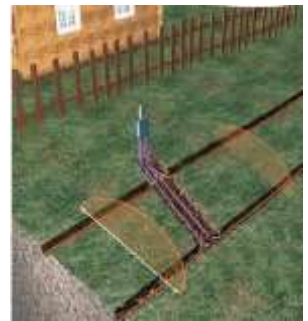
- на огорожі над поверхнею землі;
- в кам'яній (цегляній, бетонній) огорожі над поверхнею землі (рис. 2.14, а);
- один кабель на огорожі над поверхнею землі, а інший кабель у землі на глибині до 0,2 м (рис. 2.14, б);
- обидва кабелі в землі на глибині до 0,2 м, на відстані до 3 м один від одного (рис. 2.14, в).



а)



б)



в)

Рисунок 2.14 – Монтаж чутливих елементів ЛВХ-сповіщувачів

Кількість входів для підключення ЧЕ один або два. Протяжність ділянки, яка блокується сповіщувачем від 125 до 400 м.

Типова зона виявлення встановленого ЧЕ ЛВХ-сповіщувача на цегляній стіні подана на рисунку 2.15.

Зауважимо, що зміщення кабелів вгору або вниз по огорожі дозволяє змінювати ширину зони виявлення. Розташування кабелів на огорожі дозволяє вирішувати завдання охорони периметра об'єкта, зокрема захисту від підкопу.

Поздовжній розподіл зони виявлення ЛВХ-сповіщувача здатне повторити форму огорожі у горизонтальній або вертикальній площинах. На практиці допускаються вигини периметра до 90° у горизонтальній та вертикальній площинах.

Слід пам'ятати, що у місцях згинів огорожі завжди спостерігається підвищена чутливість засобу виявлення.

Діапазон робочих температур від -40 до $+50^\circ\text{C}$, термін служби – 10 років.

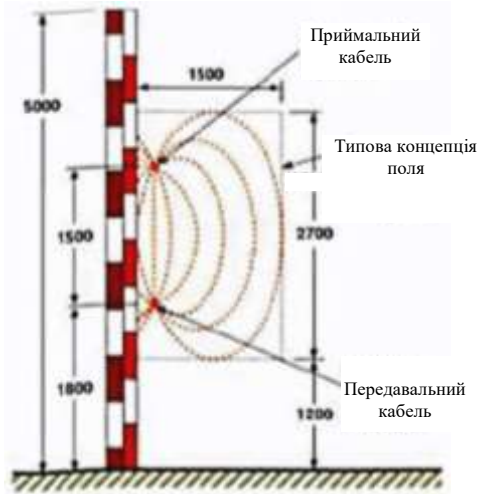


Рисунок 2.15 – Типова зона виявлення ЛВХ-сповіщувача під час монтажу його чутливих елементів на стіні

Переваги ЗВ«ЛВХ»:

- монтаж ЧЕ на огорожі дозволяє контролювати проникнення через «жорсткі» огорожі без додаткового обладнання їх металевими козирками та контроль руйнування «жорстких» конструкцій (залізобетон, цегла, камінь, дерево);

- монтаж ЧЕ в ґрунт дозволяє створити невидимі рубежі охорони;

- стійкість до впливу рослинності заввишки до 1 м та нечутливість до дрібних тварин та птахів (у таких сповіщувачах застосовано діапазон робочих частот в межах від 40 до 80 МГц, який дозволяє йому виявити людину й пропустити дрібних і середніх тварин);

- формування об’ємної зони виявлення, яка повторює рельєф місцевості та конфігурацію огорож;

- стійкість до акустичних та сейсмічних перешкод.

Недоліки ЗВ«ЛВХ»:

- наявність у безпосередній близькості до огорожі великих металевих предметів може спотворювати конфігурацію зони виявлення;

- кабелі для побудови ЛВХ-сповіщувачів відрізняються від вібраційних кабелів за вагою та розміром;

- неможливість локалізації місця проникнення порушника (точність місця проникнення обумовлена довжиною плеча ЧЕ), яка є недостатньо високою і зазвичай знаходиться в межах від 100 до 150 м;

– необхідність захисту оболонки, будь-яке пошкодження діелектричного шару може призвести до виходу з ладу дороговартісного кабеля, тому найкращим способом є укладання та закладання кабелю в канали, які виконано у стіні, що різко збільшує вартість монтажних робіт;

– нерівномірність чутливості за довжиною кабеля, проблеми нерівномірності чутливості менш значущі під час розташування кабелів на огорожі та найбільш гостро відчутні при монтажі у ґрунт (не варто забувати про різну чутливість яка залежить від сухому або вологого ґрунту; сучасні конструкції кабелів та застосування нових методів зондування ЛВХ багаточастотним сигналом, відеоімпульсом дозволяють забезпечити рівномірність чутливості вздовж контрольованої межі від 2 до 3 дБ);

– велика потужність споживання (десятки ват), що обмежує їх використання з автономними джерелами живлення;

– висока вартість.

2.6 Сейсмічні засоби виявлення

Чутливі елементи сейсмічних засобів виявлення (СЗВ) встановлюються безпосередньо у ґрунті й перетворюють мікропереміщення ґрунту на електричний сигнал (сеймосигнал), який аналізується в БОС (рис. 2.16).

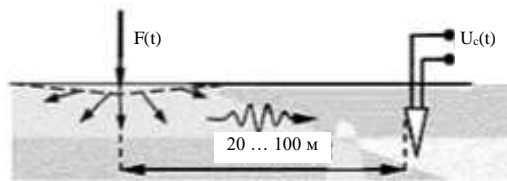


Рисунок 2.16 – Взаємодія об’єкта виявлення через ґрунт із чутливим елементом

Термін «вібросейсмічний» сповіщувач пов’язаний з тим, що у вібраційному або сейсмічному сповіщувачі найчастіше застосовують однаковий перетворювач фізичних величин в електричний сигнал. Наприклад, вібраційний кабель, який змонтовано на бетонній огорожі або у ґрунті, повністю визначає призначення приладу – для виявлення пролому або підкопу. Інший термін «сейсмоакустичний» – зумовлений близькістю фізичних процесів, які відбуваються під час поширення акустичних та сейсмічних хвиль уздовж межі розділення двох середовищ із різною щільністю. Іноді вживають термін «сейсмометричний» – він походить з метрології, коли йдеться про вимірювання будь-яких параметрів сейсмічних сигналів.

На даний час спостерігається зростання інтересу до СЗВ у зв'язку із можливостями вилучення інформації з сеймосигналів за рахунок застосування нової елементної бази, у тому числі потужних мікропроцесорів. Розвивається так звана «концепція сейсмичних інформаційних полів» (СП), яка визначає вигляд СЗВ найближчого майбутнього. Класифікація об'єктів сейсмичного впливу формується або на основі аналізу тимчасової структури сеймосигналу, який приймається одним перетворювачем, або на основі аналізу сигналів, які приймаються з декількох СП.

Останнім часом увагу приділяють створенню багатоканальних СЗВ нового покоління, які дозволяють забезпечити не тільки виявлення, а й спостереження за порушником на основі використання методів пеленгації за допомогою сейсмолокаторів. У якості чутливого елемента в СЗВ використовують один із наведених варіантів:

- п'єзоелектричний сейсмочутливий елемент;
- кабель ТППепЗ (ТУ У 27.3-13638750-088:2018) спеціальної конструкції із посиленням або нормованим триоб'єктним ефектом;
- індукційні сеймоприймачі, які являють собою струмопровідну обмотку, у якій, в середині, розташовано магнітний сердечник, який може вільно коливатися вздовж її осі (під час коливання магніту в котушці генерується напруга, яка реєструється в БОС).

Структура побудови цих систем приблизно однакова та включає виносну лінійну частину й цифровий комплекс для відображення інформації. Виносна частина призначена для прийому сейсмичних сигналів, їх попереднього підсилення та передачі до цифрового комплексу.

До складу виносної частини, зазвичай, входять сейсмичні давачі, попередні підсилувачі, блоки живлення, магістральні кабелі. БОС, який формується на базі персонального комп'ютера, призначений для обробки прийнятих сигналів, виділення корисного сигналу, прийняття рішення та відображення інформації. Такі системи здатні забезпечити виявлення, пеленгацію, класифікацію та відновлення траєкторії руху у смузі шириною від 30 до 70 м відносно осьової лінії засобу виявлення.

Висока вартість цих сповіщувачів визначається складними умовами експлуатації його лінійної частини, яка розташовується в ґрунті. Необхідність потужного програмного забезпечення, надійної герметизації вузлів, стійкості до корозії, впливу гризунів вимагає трудомістких технологічних рішень та визначає підвищені витрати під час виробництва та експлуатуванні.

На рисунку 2.17 подано зону виявлення сейсмичних сповіщувачів.

Різні методики із встановлення чутливих елементів забезпечує можливість

охорони підступів до охоронного периметру, виявляти спробу підкопу під огорожею, а також охороняти її неогорожену межу.

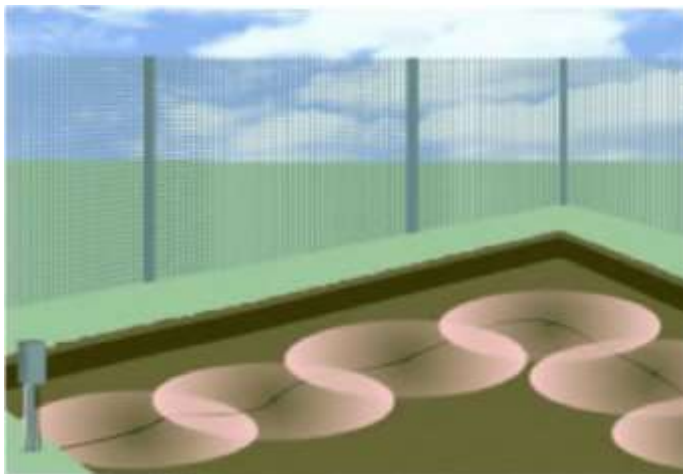


Рисунок 2.17 – Зона виявлення сейсмічного сповіщувача

Порівняно з іншими ЗВ сейсмічним сповіщувачам притаманні такі основні переваги: прихований, маскований ЧЕ візуально не виявляє межу охорони, а пасивний принцип дії виключає можливість його виявлення за акустичним і електромагнітним полям, що фактично урівнює шанси підготовленого й непередбаченого порушника.

2.6.1 Сейсмічні засоби виявлення із вібраційним кабелем

У простих за конструкцією СЗВ у якості ЧЕ використовують вібраційний кабель (рис. 2.18).

Чугливий елемент сповіщувача можна встановлювати під будь-якими видами огорож, використовуючи флангове їх вмикання, симетрично відносно місця встановлення БОС.

До недоліків таких сповіщувачів можна віднести можливість формування помилкового сповіщення, яке виникає:

- під час переміщення коріння дерев, які за сильних поривів вітру можуть викликати коливання ґрунту;

- під час впливу індустриальних перешкод, насамперед у міській зоні, де розташовуються такі джерела сейсмічних перешкод, як автомобільний і залізничний транспорт, аеропорти, промислові підприємства, господарські комунікації тощо;

– під час різких перепадів температури (замерзання або розтавання ґрунту), зсувах ґрунту.

Слід зауважити, що основним недоліком цих сповіщувачів є зменшення чутливості під час промерзання ґрунту більше за глибину прокладання віброкабеля.



Рисунок 2.18 – Прокладання чутливого елемента для визначення підкопу

Для підземного прокладання кабелів важливо забезпечити ефективну ширину зони виявлення, яка має бути не меншою за 1 м. Щоб гарантувати однорідну чутливість ЧЕ, в підземних системах кабель фіксують до металевих або пластикових ґрат (рис. 2.19), які укладають горизонтально під шаром землі на глибину декількох сантиметрів для визначення підходу або стрибка з огорожі. За вертикального встановленні сітки під огорожею сповіщувач налаштовують на удари лопатою по сітці з кабелем, що дозволяє визначити підкоп. При цьому за рахунок зниження чутливості сповіщувача підвищується його завадостійкість до природних перешкод.

На практиці зустрічаються сейсмамагнітометричні радіоканальні ЗВ, які призначені для створення протяжних маскованих рубежів охорони кордонів в окремих регіонах або ж периметрів об'єктів. Зона виявлення у таких СЗВ – це смуга шириною 3 м (три паралельні траншеї), вздовж якої, у ґрунті на глибині від 30 до 40 см, на відстані 1 м один від одного, прокладено ЧЕ. БОС та комплект радіоканальної апаратури розташовано у спеціальному контейнері в землі й забезпечує передачу сигналізаційної інформації на відстань до 30 км без використання ретрансляторів.

Слід відзначити, що такий комплекс може перекрити ділянку довжиною до 250 м (рис. 2.20).



Рисунок 2.19 – Монтаж трибоелектричного кабелю СЗВ на сітці



Рисунок 2.20 – Сейсмомагнітометричний радіоканальний засіб виявлення

У якості чутливого елемента застосовують кабель ТППепЗ 10×2×0,5 (рис. 2.21), особливість якого полягає у наявності двох екранів, які призначено для формування сейсмічного сигналу. Внутрішні провідники кабелю об'єднуються в петлю, яка реагує на магнітну складову сигналу.

2.6.2 Сейсмічні засоби виявлення із геофонами

Застосування у якості ЧЕ сейсмічних давачів – геофонів підвищує чутливість сповіщувачів. Геофон – це більш складний та дороговартісний пристрій (у порівнянні із вібраційним кабелем).

Зовнішній вигляд геофону наведено на рисунку 2.22, а.

Конструкція геофону (рис. 2.22, б) являє собою струмопровідну обмотку та розташований у її середині магнітний сердечник, який вільно коливається вздовж осі обмотки. Під час коливання магніту в котушці генерується напруга, яка й реєструється аналізатором.

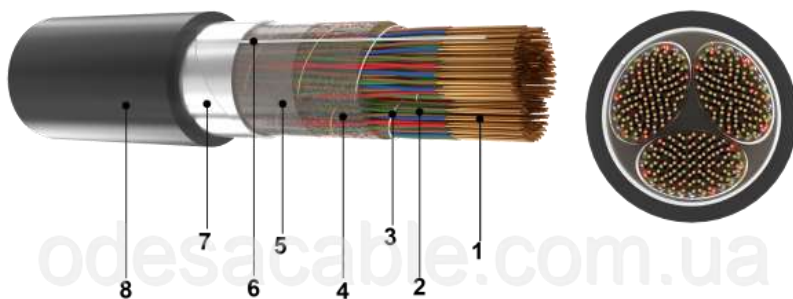
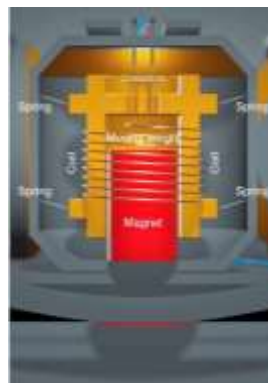


Рисунок 2.21 – Кабель телефонний із поліетиленовою ізоляцією жил, з екраном із алюмополімерної стрічки, з заповненням, у поліетиленовій оболонці:
 1 – Струмopрoвіднa жила, oднoдрoтoвa, із міднoгo м'якoгo кpуглoгo дpотy;
 2 – Ізoляція із пoліeтiлeнy; 3 – Синтeтичнa ниткa; 4 – Гідрoфoбний нaпoвнювaч;
 5 – Пoяснa ізoляція із пoліeтiлeнтeрeфтaлaтнoї плівки; 6 – Дpіт мідний лyджeний; 7 – Екpан із aлюмoпoліeтiлeнoвoї стрічки; 8 – Oбoлoнкa із світлocтaбілізoвaнoгo пoліeтiлeнy



а)



б)

Рисунок 2.22 – Цифровий геофон GuoweіGN309-OS:
 а) – вигляд загальний; б) – будова

Геофони можуть встановлюватись на огорожі. Монтаж на «жорсткій» огорожі дозволяє виявляти порушника, який долає масивну бетонну або цегляну стіну. За необхідності геофони можна встановити й під землею, але закріплюють їх на основі стін (рис. 2.23, шар ґрунту з геофону знято). Така конструкція дозволяє виявляти порушника як поблизу периметра, так і при спробі подолати стіну.



Рисунок 2.23 – Геофон під землею на цегляній стіні

Геофони рідко використовують у якості автономних ЗВ. Зазвичай їх встановлюють на периметрі у вигляді ліній, які включають до 50 дискретних сенсорів. Геофони монтують під землею на глибині від 15 до 35 см на відстані від 2 до 4 м один від одного. Рекомендовано встановлювати їх у стабільному та щільному ґрунті. Допустимий монтаж давачів СЗВ у шарі щільного піску, оскільки такий ґрунт є хорошим середовищем для вібрацій. Пухкий або неоднорідний ґрунт призводить до зниження чутливості системи.

Усі види СЗВ складаються із двох основних компонентів: процесора та кабельного шлейфу до якого підключаються геофони. Сенсори реєструють вібрації, які формуються людиною, яка проходить, після чого отриманий сигнал надходить до аналізатора для подальшої обробки. За умови, коли сигнали, які сприймаються процесором, відповідають заданим критеріям, система генерує сигнал сповіщення.

На практиці існують такі СЗВ, які виконують функцію прихованого рубежу охорони та виявлення порушника, який перетинає рубіж кроком, бігом, повзком або перекатом. Такі сповіщувачі (рис. 2.24) дозволяють організувати охоронний периметр як за наявності огороження, так і без нього. При цьому, один сповіщувач забезпечує охорону двох послідовно розташованих ділянок та формує сигнал сповіщення або несправності окремо за кожною ділянкою.

ЧЕ такого сповіщувача складається із окремих ланок (до 6 шт. на одну ділянку). Ланки підключаються один до одного за допомогою герметичних роз'ємних з'єднань, які забезпечують високу ремонтпридатність чутливих елементів шляхом її заміни, коли вона вийде з ладу.

На рисунку 2.25 подано приклад прокладання геофонів у ґрунті.

Зручність налаштування сповіщувача на місцевості та контроль його працездатності забезпечується наявністю вбудованої панелі керування. У сповіщувача є можливість дистанційного налаштування за допомогою віддаленого комп'ютера, який підключається до БОС за інтерфейсом RS-485.

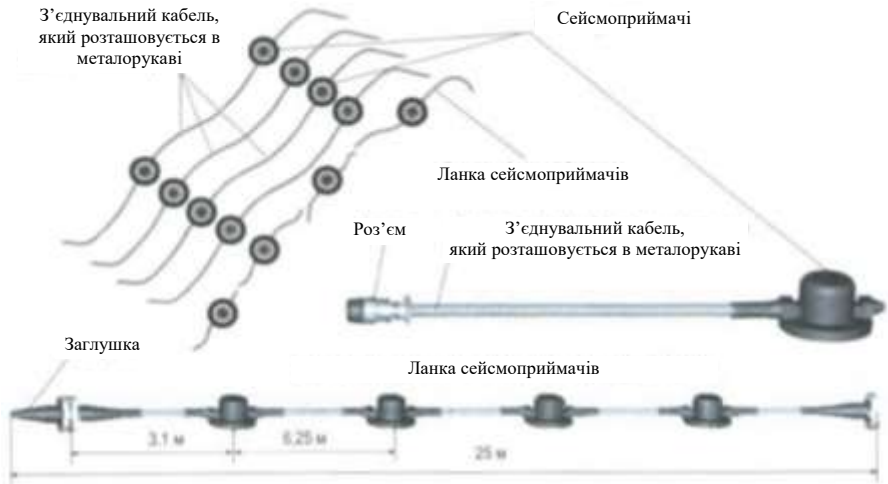


Рисунок 2.24 – Чутливий елемент сейсмічного сповіщувача



Рисунок 2.25 – Прокладання геофонів

Як уже згадувалось вище такі сповіщувачі надійно працюють у різних типах ґрунту, окрім пухкого піщаного та болотистого.

Під час прокладання геофонів під землею необхідно пам'ятати, про проблеми, які пов'язані із їх високою чутливістю. Встановлений під землею геофон дозволяє чітко виявляти сигнал, який формується людиною, яка проходить повз нього на відстані від 1,5 до 2,0 м. враховуючи це від нього, тому геофони монтують уздовж периметра на відстані 3,0 м один від одного.

Однак, не варто забувати, що ці ж геофони реєструватимуть рух транспорту або переміщення коріння дерев за поривів вітру на відстані декількох десятків метрів.

Переваги СЗВ:

- високий ступінь маскуванню чутливих елементів;
- СЗВ не містять джерел радіочастотного випромінювання, що перешкоджає їх виявленню за допомогою радіотехнічних методів.

Недоліки СЗВ:

- схильні до впливу перешкод метеорологічного, біологічного та техногенного характеру (налаштування впливу від транспортних та індустріальних перешкод застосовуються спеціальні методи обробки сигналів підземних сенсорів);
- зниження чутливості під час промокання або промерзання ґрунту, за високого сніжного покриву;
- висока вартість, у тому числі й монтажу.

2.7 Манометричні засоби виявлення

Чутливий елемент сповіщувача манометричного типу являє собою електронний сенсор до якого підключено спеціальні шланги, які заповнюються рідиною (антифризом) й укладаються в землю на глибину від 0,25 до 0,3 м на відстані від 1,0 до 1,5 м один від одного. Під час проходження зони виявлення порушник створює спрямований тиск на ґрунт, який передається на ЧЕ, а сенсор вимірює диференційну зміну тиску між ними (рис. 2.26)

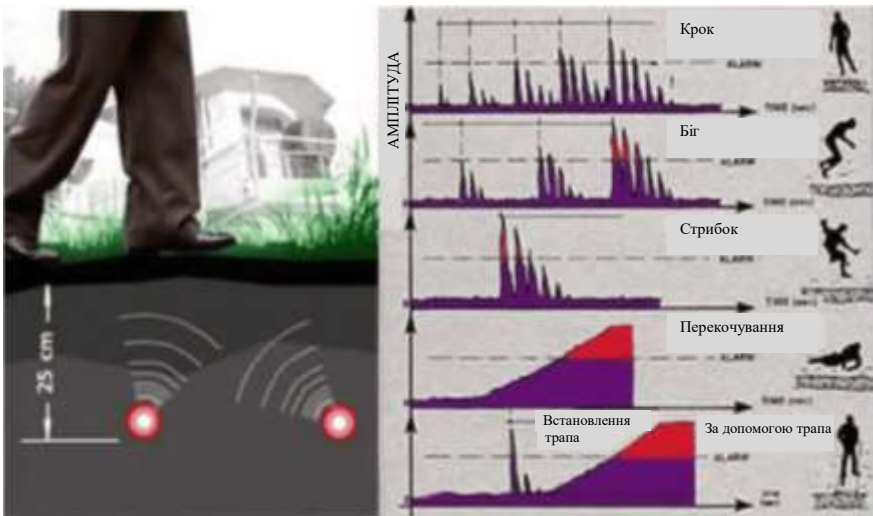


Рисунок 2.26 – Вплив людини на чутливий елемент сповіщувача та види сигналу під час перетину зони виявлення

Така зміна тиску перетворюється на електричний сигнал, після чого він аналізується та порівнюється із заданими зразками сигналу, які відображають характер проходу порушника.

До складу лінійної частини сповіщувача, який прокладається у ґрунті, окрім шлангів та сенсора входять й компенсаційні клапани, які забезпечують компенсацію тиску у шлангах. У сенсорі розміщуються високочутливі мембрани та мікропроцесор для перетворення й аналізу сигналів.

Після оброблення сигнал передається на блок управління, який за допомогою вбудованого комп'ютерного інтерфейсу або релейних контактів передає повідомлення про виявлення. Застосування динамічного коригування параметрів дозволяє автоматично змінювати поріг чутливості засобу виявлення під час зміни температури та погодних умов.

Шланги, завдяки їхній гнучкості, можна покласти у ґрунті довільно, що робить практично неможливим визначення зони виявлення порушником.

На практиці широко поширені такі засоби виявлення, які для організації підземних сейсмометричних рубежів використовують лінійні гідравлічні давачі тиску, вони призначені для блокування території охоронного об'єкта за периметром та виявлення порушника під час його взаємодії з ЧЕ сповіщувача.

Як уже згадувалось, шланги, завдяки їх гнучкості, можна прокласти у ґрунті довільним чином, що робить їх зону виявлення «невидимою» для порушників. Саме це, дозволяє встановлювати сповіщувачі на периметрах із складною конфігурацією та рельєфом, без спеціальної підготовки та обслуговування засобу виявлення.

Однак висока чутливість давачів вимагає, щоб дерева та великі чагарники знаходилися не ближче 3-4 м від ЧЕ сповіщувача.

Слід зазначити, що шланги виготовляють із спеціальної композиції синтетичних матеріалів, що дозволяє забезпечити необхідну еластичність та довговічність під час їх залягання у ґрунті.

Зазвичай усі види таких сповіщувачів мають дві модифікації:

– двохтрубна версія забезпечує середній та високий рівень захисту (рис. 2.27).

– чотирьохтрубна версія забезпечує високий рівень захисту (рис. 2.28).

На рисунку 2.29 подано варіант прокладання в траншею чутливих елементів чотирьохтрубної версії манометричного засобу виявлення (МЗВ). Такий сповіщувач формує зону виявлення довжиною до 200 м та складається із двох незалежних зон виявлення довжиною до 100 м (максимум).

Налаштування цих зон може бути індивідуальним під конкретні умови охорони периметра об'єкта. Збільшення кількості сповіщувачів, встановлюючи

їх один за одним, дозволяє створити систему захисту периметра будь-якої довжини (конфігурація «ланцюг» або «зірка» – для першої версії ширина зони виявлення від 3 до 4 м, а для другої – від 5 до 7 м).



Рисунок 2.27 – Двохтрубна версія манометричного засобу виявлення:
1, 3 – компенсаційні клапани; 2 – кабель до блоку керування (підземний);
4 – сенсор



Рисунок 2.28 – Чотирьохтрубна версія манометричного засобу виявлення:
1, 3 – компенсаційні клапани; 2 – кабель до блоку керування (підземний);
4 – подвійний сенсор



Рисунок 2.29 – Укладання чутливих елементів манометричного сповіщувача

Переваги манометричних засобів виявлення:

– надійне виявлення порушників під час перетині зони виявлення кроком, бігом, стрибками, перекочуванням, із використанням трапів, дошок або шляхом підкопування;

– високий ступінь маскуванню чутливих елементів;

– оскільки ЧЕ укладаються під землею, асфальтом або бетоном, то такі засоби виявлення підходить для об'єктів, де необхідна стійкість до атмосферних та електромагнітних впливів (аеропорти, індустриальні та військові об'єкти), пожежо- та вибухобезпека (нафтові, газові, хімічні підприємства), а також естетика (пам'ятники архітектури, музеї, котеджі).

Недоліки МЗВ:

– вимагають великого об'єму підготовчих та монтажних робіт під час прокладання лінійної частини;

– складність експлуатації, особливо під час заміни чутливих елементів;

– деяке зниження виявляючої здатності при промерзанні ґрунту або високому сніговому покриві;

– висока вартість.

2.8 Оптично-електронні засоби виявлення

Оптично-електронні засоби виявлення (ОЕЗВ) побудовано на аналізі оптичного випромінювання. Зазвичай їх поділяють на два типи: активні та пасивні.

Активні ОЕЗВ реєструють зміну відбитого потоку власного випромінювання (однопозиційні сповіщувачі) або розсіювання (зміна) відбитого потоку (двохпозиційні сповіщувачі) енергії оптичного випромінювання, яке формується під час вторгнення порушника до зони виявлення.

Зауважимо, що пасивні ОЕЗВ здатні реєструвати теплове інфрачервоне випромінювання.

2.8.1 Активні оптико-електронні засоби виявлення

Лінійні активні інфрачервоні (ІЧ) сповіщувачі (рис. 2.30), як правило, мають двохблочну конструкцію й складаються із блоку випромінювання (БВ) та блоку фотоприймача (БФ), які складають оптичну систему. БВ формує потік ІЧ-променя із заданими характеристиками, який потрапляє на БФ. Поява в зоні чутливості сповіщувача оптичнонепрозорого об'єкта викликає переривання ІЧ-променя (або зниження його потужності), який потрапляє в БФ, що аналізує величину та тривалість цього переривання, і, відповідно до заданого алгоритму, формує повідомлення про виявлення шляхом зміни опору контактів підключених до шлейфа сигналізації (ШС).



Рисунок 2.30 – Приклади використання лінійних активних ІЧ-бар'єрів

На практиці зустрічаються й сповіщувачі, які мають одноблочну конструкцію, оптична система у них складається з випромінювача та фотоприймача, які поєднано в одному корпусі, й світловідбивача (катафота). До складу сповіщувача можуть входити й дзеркала (пасивні відбивачі), які дозволяють змінювати спрямованість ІЧ-променів.

Вхідні вікна БВ та БФ, як правило, захищені спеціальними фільтрами (у деяких варіантах ЗВ їх виконано як одне ціле з кришкою корпусу сповіщувача).

Як уже згадувалось, активні ІЧ-сповіщувачі бувають як однопроменеві (рис. 2.31), так і багатопроменеві (рис. 2.32). За загальної кількості променів більше за два зменшується можливість появи хибного сповіщення, так як формування сигналу виявлення відбувається лише за одночасного перетинання усіх променів.



Рисунок 2.31 – Однопроменевий ІЧ-сповіщувач

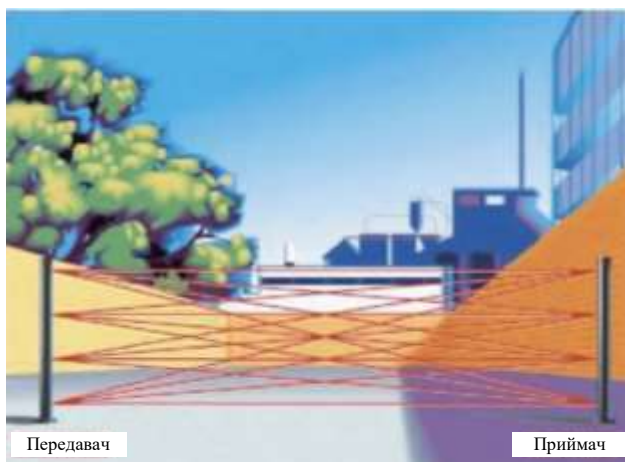


Рисунок 2.32 – Багатопроменевий ІЧ-сповіщувач

Варто пам'ятати, що ІЧ-випромінювання є монохромним. Це необхідно для того, щоб виключити вплив взаємних перешкод, які формуються під час роботи розташованих поруч двох або більше ІЧ-бар'єрів.

Блок випромінювання генерує імпульсне випромінювання у вигляді одного або декількох вузьконаправлених променів у діапазоні хвилі від 0,8 до 0,9 мкм.

Активні ІЧ-сповіщувачі формують лінійну зону виявлення. Відмінною рисою активних променевих систем є можливість створення дуже вузької зони виявлення. Перетин зони виявлення визначається розміром лінз, які застосовано в оптичних блоках. Це особливо важливо для об'єктів, довкола яких неможливо створити зону відчуження.

Можливість застосування активних ІЧ-сповіщувачів залежить від форми охоронного об'єкта та особливостей ландшафту на якому він розташований. Охоронні об'єкти мають бути прямолінійними, в іншому випадку об'єкт розбивається на декілька прямолінійних ділянок, для блокування яких використовують окремий сповіщувач.

Розбивку об'єкта на ділянки необхідно робити таким чином, щоб порушник не зміг проникнути на об'єкт, не перебивши ІЧ-промінь. Тобто, максимальна відстань між огорожею та променем (уявною лінією між БВ та БФ) має бути меншою за габарити людини (від 300 до 350 мм).

Для забезпечення можливості застосування активних інфрачервоних сповіщувачів на різних об'єктах більшість з них має можливість регулювання дальності дії. Як правило, регулювання дискретне, кожне її значення відповідає певному діапазону дальності дії.

Основною проблемою активних ІЧ-сповіщувачів є помилкові спрацювання за несприятливих атмосферних умов. Надійність, у таких випадках, забезпечується за рахунок багаторазового перевищення енергії променя над мінімальним пороговим значенням (необхідне для його спрацьовування).

Джерелом перешкод, зазвичай, виступає пряме засвічення приймача сонячними променями. Найчастіше це трапляється на заході сонця або світанку, коли сонце стоїть низько над об'єктом.

Наявність на вхідному вікні фотоприймача сповіщувача освітленості, фактичне значення якої перевищує норми, встановлені в EN IEC 63180:2020, може бути причиною хибних спрацювань або санкціонованого пропускання порушника. Варто зауважити, що більшість сучасних активних ІЧ-сповіщувачів володіють спеціальними засобами фільтрування фонових випромінювань та відповідають зазначеним вище вимогам.

Спеціальні заходи слід вживати для збереження працездатності таких сповіщувачів у зимовий період, коли можливим є обмерзання або налипання снігу на оптичні поверхні блоків. Досить надійними методами боротьби із зазначеними явищами служать спеціальні козирки на оптичних фільтрах або внутрішні обігрівачі ОЕЗВ.

Нижнє значення діапазону робочих температур сучасних ІЧ-сповіщувачів рівне -40°C , за наявності вбудованого обігрівача – -55°C .

Зона виявлення активних ІЧ-сповіщувачів являє собою поверхню, яка обмежена променями сповіщувача та визначається кількістю променів й дальністю дії.

Під час формування багатопробеневого бар'єрів прийнято застосовувати ІЧ-сповіщувачі, яким притаманна змінна частота сигналу або синхронізація частоти роботи БВ та БФ різних каналів:

- пари БВ-БФ (можливо два БФ), які працюють кожна на своїй частоті, можуть формувати багатопробеневий бар'єр;

- синхронізація частоти роботи БВ та БФ різних каналів (тобто, БВ та БФ різних каналів працюють на одній частоті, але між ними є зсув за фазою).

Однопробеневі ІЧ-сповіщувачі володіють низькою стійкістю до перешкод, які формуються птахами, дрібними тваринами й можуть викликати помилкове спрацювання. Ці недоліки враховуються під час установки й призначені для блокування прямолінійних ділянок периметрів великої протяжності, у тому числі й районах із холодним кліматом.

На практиці, у вибухонебезпечних зонах використовують сповіщувачі із одним ІЧ-променем та двома робочими частотами (два значення чутливості). Максимальна робоча дальність дії до 150 м.

У багатопроменевих системах за рахунок підбору відстані між променями та під час їх включення з'являється можливість підлаштуватись під перешкоду.

Реальний порушник перетне усі промені, якщо їх розташувати достатньо близько один до одного, у той час як птахи, кішки та падаюче листя такого ефекту не викликають.

ІЧ-сповіщувачі використовують, переважно, для охорони проїомів воріт, хвірток, для блокування доступу до вікон та дверей будівлі ззовні. При цьому, деякі з них, здатні виявляти простягнуту через зону виявлення руку. Зазвичай, цим сповіщувачам притаманна робоча дальність дії, яка знаходиться в діапазоні від 0,4 до 15 м та чотири значення чутливості.

На практиці зустрічаються конструкції де використовуються до п'яти сповіщувачів в ІЧ-бар'єрі (рис. 2.33). У цьому випадку випромінювачів поєднується із лінією синхронізації. Відповідно до цього колону фотоприймачів також можна синхронізувати або залишити працювати за своїм власними налаштуванням.



Рисунок 2.33 – ІЧ-бар'єр Smanos Wireless Multi-Beam IR Sensors (BM4200)

Максимальна довжина лінії синхронізації між сусідніми колонами має бути не більше 10 м. Синхронізація дозволяє заощадити кошти за рахунок прокладання меншої кількості ШС. Також є можливість налаштувати кількість ІЧ-променів, одночасне перетинання яких забезпечить формування сповіщення про виявлення та підвищить його стійкість.

Переваги активних ІЧ-сповіщувачів:

- виявляюча здатність не залежить від характеристик теплового випромінювання порушника;
- не чутливі до зміни характеристик теплового випромінювання навколишніх об'єктів (фону) й теплових перешкод;
- максимальна ефективність досягається під час їх монтажу поверх або вздовж рівної огорожі, блокуючи її від перелазу або пролазу.

Недоліки активних ІЧ-сповіщувачів:

– формують лише лінійну зону виявлення, частково цю проблему може вирішена за рахунок організації поверхневої зони виявлення застосувавши сповіщувачі, які формують декілька ІЧ-променів або побудова ІЧ-бар'єра, який буде складатись із декількох сповіщувачів (при цьому розміри зони виявлення для першого варіанта будуть невеликими, а для другого – тягне за собою збільшення фінансових витрат);

– досить дорогі, особливо ті, які призначені для експлуатації на відкритих майданчиках, вимагають постійного обслуговування та вразливі, з точки зору, підготовленого порушника;

– сміття та листя, яке розноситься вітром, дрібні та середні тварини, рослинність й великі птахи формують помилкові спрацювання.

2.8.2 Пасивні оптико-електронні засоби виявлення

Пасивні ІЧ-сповіщувачі призначені для виявлення порушника, який переміщується в межах зони виявлення, за його інфрачервоним випромінюванням. Їх принцип роботи базується на:

– реєстрації різниці інтенсивності інфрачервоного випромінювання, яка випромінюється порушником, який переміщується в зоні виявлення, та фонових обставин;

– перетворенні різниці інтенсивності інфрачервоного випромінювання в електричний сигнал;

– проведення аналізу отриманого електричного сигналу з метою виділення ознак проникнення.

У простих пасивних ІЧ-сповіщувачах оброблення сигналу здійснюється за допомогою аналогових методів, в більш складних цифрових за допомогою вбудованого процесора.

У якості ЧЕ в пасивних ІЧ-сповіщувачах використовують приймач енергії випромінювання (піроелемент), який перетворює ІЧ-випромінювання в електричний сигнал.

Під час переміщення порушника в зоні виявлення сповіщувача на тлі інших об'єктів, його ІЧ-випромінювання сприймається оптичною системою сповіщувача та фокусується на піроелементі. Окрім цього, аналогічно на піроелементі оптичної системи фокусується й фонове ІЧ-випромінювання. Піроелемент генерує електричний сигнал, який пропорційний різниці ІЧ-потоків. Далі електричний сигнал потрапляє в БОС, де формується сповіщення про виявлення.

Пасивні ІЧ-сповіщувачі із зоною виявлення у вигляді променя простіші в монтажі за двохпозиційні ІЧ-променеві системи та використовуються в

основному там, де необхідно перекрити короткі ділянки периметра – місця в'їзду/виїзду транспорту, розриви в огорожі, ворота, віконні пройоми тощо.

Для таких сповіщувачів, у порівнянні з променевими сповіщувачами, характерним є більший поперечний перетин зони виявлення.

Слід зазначити, що пасивні ІЧ-сповіщувачі, призначені для експлуатації ззовні приміщення й поділяються за типом зони виявлення на об'ємні, поверхневі та лінійні. Основними характеристиками пасивних ІЧ-сповіщувачів, відповідно до EN IEC 63180:2020, виступають:

- максимальна робоча дальність дії – максимальна відстань, де сповіщувач виявляє рух порушника;

- діапазон швидкостей переміщення порушника (від 0,1 до 5,0 м/с);

- чутливість – сповіщувач повинен сформувавши сповіщення про виявлення за величиною переміщення порушника (трохи більше 3 м).

Пасивні ІЧ-сповіщувачі піддаються до великого впливу різноманітних зовнішніх чинників. При цьому, на вулиці, їх кількість та ступінь впливу значно вища, у порівнянні із ніж у закритим приміщенні.

Слід пам'ятати, що одним із основних чинників, які впливають на роботу пасивних ІЧ-сповіщувачів є зміна температури предметів (фону), які знаходяться в зоні виявлення сповіщувача, та навколишнього середовища. Доцільно згадати про основні його прояви:

- 1) Різка (із швидкістю понад $5^{\circ}\text{C}/\text{хв}$) зміна температури будь-якого предмета відносно температури фону, який знаходиться в зоні виявлення, та може спричинити формування помилкового спрацювання. Як приклад можна навести металеву трубу, в яку почало надходити середовище, яке має температуру, яка перевищує температуру фону більш ніж на 4°C (пара, гаряча вода, дим). На роботу сповіщувача будуть впливати гарячі трубопроводи із відсутньою або пошкодженою теплоізоляцією, які знаходяться і зоні виявлення, димоходи та інші предмети, температура у яких піддається швидкій зміні.

- 2) Підвищення температури фону до величин, яка наближується до температури людського тіла. Це призводить до зниження виявляючої здатності через зменшення теплового контрасту між порушником (застосування теплоізолюючого одягу) та фоном (нерівномірність температури ґрунту та предметів у зоні виявлення).

- 3) Наявність переміщення у зоні виявлення великих об'ємів теплого повітря, що може спричинити видачу хибного сповіщення.

- 4) Температура навколишнього середовища.

Так само, як і для активних ІЧ-сповіщувачів, наявність на входному вікні пасивних ІЧ-сповіщувачів сталого або змінного освітлення, фактичне значення

яких перевищує норми, які відображено в нормативних документах (більше 20000 або 6500 лк, відповідно), може бути причиною помилкових сповіщень або санкціонованого пропускання порушника (причиною високої освітленості може бути як сонце, і джерела штучного освітлення). Різке чергування на вхідному вікні сповіщувача світла і тіні (викликане, наприклад, хмарами, які перекривають сонце, гілками дерев тощо) негативно впливає на роботу сповіщувача та може спричинити часті помилкові спрацювання.

Зазначимо, що атмосферні опади, також, негативно впливають на виявляючу здатність й максимальну дальність дії сповіщувача внаслідок послаблення теплового випромінювання, яке випромінюється порушником через розсіювання його краплями води або сніжинками. Це, також, може бути причиною появи вологи в корпусі сповіщувача, що може спричинити втрату його працездатності. У зимовий час не варто забувати про зледеніння вхідного вікна (лінзи) сповіщувача.

Для зменшення шкідливого впливу атмосферних явищ прийнято застосовувати захисні козирки.

Експлуатація пасивних ІЧ-сповіщувачів на відкритих майданчиках пов'язана із значними труднощами:

- часті помилкові спрацювання (спроба знизити чутливість, з метою зменшення їх кількості, призведе до зниження виявляючої здатності, а отже, й підвищення ймовірності пропускання порушника);

- складності з орієнтацією зони виявлення, відносно якої, одночасно, враховують як наявність теплових й оптичних перешкод, так і ймовірний напрям переміщення порушника;

- виконання великого обсягу робіт, пов'язаних із обслуговуванням сповіщувачів.

Перевагою пасивних ІЧ-сповіщувачів є відносно низька вартість.

Недоліки пасивних ІЧ-сповіщувачів:

- недостатня стійкість до впливу зовнішніх атмосферних чинників;
- підвищена чутливість до оптичних засвічувань;
- дальність дії в умовах туману або снігопаду зменшується до 30%;
- наявні, закордонні аналоги, пасивних ІЧ-сповіщувачів, в основному, відповідають вимогам національного стандарту, але не у повній мірі відповідають стійкості до впливу низьких температур, діапазону швидкостей виявлення та комутаційним параметрам вихідних реле.

2.9 Вібраційні засоби виявлення

Вібраційні засоби виявлення (ВЗВ) сповіщувачі призначені для виявлення

порушника, за сформованими ним, на огорожі, вібраціям, які виникають під час проникнення його на охоронний об'єкт (рис. 2.34).



Рисунок 2.34 – Приклад монтажу вібраційного сповіщувача на огорожі

Серед різних типів лінійних сповіщувачів за критерієм ефективності охорони (надійність виявлення/погонна вартість) вібраційні сповіщувачі займають одну з найвищих позицій.

Вібраційні сповіщувачі прийнято монтувати на «м'які» огорожі із металевої сітки, колючого дроту (КД) або армуючої колючої стрічки (АКС) (рис. 2.35).



Рисунок 2.35 – Приклад монтажу вібраційного сповіщувача

Термін «вібраційні» відносять до характеру зовнішнього впливу, який формує собою сповіщення про виявлення. Сповіщувачі цього класу виявляють порушника під час перелазу, руйнуванні або демонтажі полотна огорожі.

До тактичних переваг вібраційних сповіщувачів слід віднести:

- можливість встановлення чутливого елемента із урахуванням геометрії охоронного периметра (величина кута повороту обмежена лише допустимим радіусом вигинання самого ЧЕ);

- розміри зони виявлення обмежені розмірами контрольованого загородження.

Недоліки та обмеження вібраційних сповіщувачів:

- високі вимоги, які висуваються до якості монтажу як самої огорожі, так і чутливого елемента (у тому випадку, коли для конкретної ділянки однієї огорожі властиво мати зони виявлення із різною чутливістю, то налаштувати сповіщувач практично неможливо);

- необхідність регулярного контролю параметрів налаштування сповіщувача, так як властивості огорожі можуть помітно змінюватися під час різких підвищень та зниження температури (при зміні сезону);

- неприпустимість прямого контакту ЧЕ з гілками дерев та великих чагарників;

- можливість видачі хибного сповіщення під час проїзду важкої техніки вздовж огорожі та ударів по ньому;

- обмеженість у застосуванні, сповіщувачі можуть застосовуватися тільки на «м'яких» або на легких металевих огорожах (профнастил, гофрований лист тощо).

Технічним рішенням охорони для жорстких огорож є пристрій додаткових козирків з металевої сітки або спіралі з АКС (рис. 2.36).



Рисунок 2.36 – Приклади технічних рішень охорони для жорстких огорож

На практиці, вібраційні сповіщувачі прийнято поділяти на групи, які відрізняються, між собою, діапазоном виділення корисних сигналів, які пов'язані із коливаннями огорожі:

- діапазон низьких частот: від 0,1 до 6,0 Гц;
- діапазон високих частот: від 80 до 400 Гц;
- діапазон акустичних частот: від 400 до 1700 Гц.

У вібраційних сповіщувачах широко використовують телефонні кабелі ТППеп (ТУ У 05758730-040-2006). Завдяки великій різноманітності таких кабелів сповіщувачі цього типу мають невелику вартість та відносяться до підгрупи з низьким діапазоном частот. Ці сповіщувачі сприймають коливання полотна огорожі, які формуються шляхом взаємодії порушника із огорожею під час його перелазу, але абсолютно нечутливі до коливань, які викликані перекушуванням або перепилуванням металеві сітки. Враховуючи цей недолік, ЧЕ вібраційних сповіщувачів низьких частот слід розташування на полотні огорожі таким чином, щоб порушник не зміг вирізати шматок полотна та без його струшування та подолати рубіж (рис. 2.37).



Рисунок 2.37 – Приклад та узагальнена схема монтажу сповіщувача

Сповіщувачі діапазону високих частот, чутливий елемент яких виготовлено із трибоелектричного вібраційного кабеля (ТВК), навпаки, реагують на руйнування секції «м'якої» огорожі (перекушування або піднімання сітки), а порушника, який її перелазить, можуть виявити лише у тому випадку, коли він буде контактувати з кабелем.

На сьогодні широко застосовують двохчастотний метод, який дозволяє виявляти порушника під час подолання або руйнування «м'якої» огорожі. Однак, в результаті розширення частотного спектра зменшується завадостійкість до удару. Варто зауважити, що вартість ТВК значно вища, порівнюючи з попереднім випадком.

Щодо самих вібраційних сповіщувачів, то вони володіють ймовірністю виявлення на рівні $P=0,95$, а середнє напрацювання на хибне сповіщення –

$T_d=720$ год. Для них характерним є мала кількість регулювань, які застосовують під час оптимального налаштування сповіщувача на різних типах огорож.

До основних переваг таких засобів виявлення відносяться невелику споживану потужність (до 500 мВт) та розширений температурний діапазон експлуатування (від -50 до $+65^{\circ}\text{C}$).

2.9.1 Вібраційні трибоелектричні засоби виявлення

Чутливі елементи таких сповіщувачів – це трибоелектричні кабелі (рис. 2.38), які перетворюють механічні вібрації на електричний сигнал.

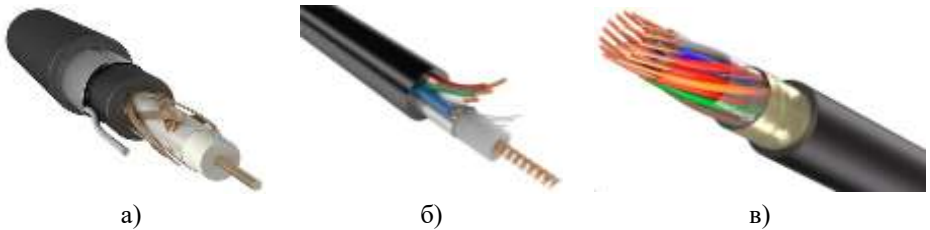


Рисунок 2.38 – Трибоелектричні кабелі:
а) – тип КТВ; б) – тип КТВ-Мф; в) – тип ТТП

Кабель, зазвичай, кріплять або безпосередньо до огорожі, або спеціальному металевому козирку над нею. Сигнали, які надходять з кабелю обробляються в блоці обробки сигналу, який відповідно до заданого алгоритму роботи видає сигнал про виявлення зловмисника.

У якості чутливих елементів ВЗВ перевагу надають використанню кабелів зі спіралеподібним центральним провідником (рис. 2.38, б) або телефонним екранованим кабелям (рис. 2.38, в), які зберігають свої властивості під час використання їх на вулиці та володіють «паразитним» трибоелектом.

Принцип роботи вібраційних трибоелектричних засобів виявлення (ВТЗВ) базується на трибоелектричному ефекті, який виникає між провідниками, які розташовуються між поліетиленерефталатною плівкою та екраном усередині коаксіального кабелю. Електричне поле створюється між центральним провідником та екраном за рахунок тертя діелектрика та поліетиленерефталатної плівки за локальних деформацій під впливом вібрації. У свою чергу, різниця потенціалів, яка сприймається аналізатором формується за рахунок зміщення сенсорного кабелю в ТВК, який знаходиться під впливом змінного електричного поля.

Зазначимо, що чутливість до деформації та вібрації ТВК є нормованим параметром, у кабелях типу КТВ вона значно вища й стабільніша, ніж у ТПП.

Дана перевага дозволяє здійснювати монтаж ЧЕ на огорожі висотою від 2 до 3 м в один прохід, з кріпленням кабелю до неї або його прокладання в стандартному металевому коробі, що підвищує вандалозахищеність.

Для ЧЕ сповіщувачів, які виконано із стандартних телефонних кабелів (тип ТПП) рекомендовано здійснювати подвійне, багатопрхідне (до шести проходів) або «синусоїдальне» прокладання чутливого елемента по огорожі. Однак це збільшує трудомісткість монтажу та експлуатаційні витрати.

Необхідно звертати увагу й на те, що довжина кабельного ЧЕ обмежена, тому такі ЗВ дозволяють блокувати рубіж із двох незалежних ділянок огорожі загальною довжиною до 500 м за її висоти до 1 м (у тому випадку, коли огорожа сягає 2,5-3 м, то довжина рубежу, який блокується одним засобом виявлення, скорочується).

Слід пам'ятати, що можливість застосування у сповіщувачі як триобелектричних, так і телефонних кабелів говорить про те, що ВТЗВ не використовує у своєму алгоритмі обробки сигналів, які відповідають специфіці властивостей триобелектричних кабелів, що не дозволяє підвищити завадостійкість.

Основним недоліком ВТЗВ є те, що у них використовується паразитний ефект, який вносить суттєві обмеження у їх функціонал (діапазон частот, який реєструється, не перевищує від 80 до 400 Гц), оскільки для більш високочастотної області присутнім є власний шум електроніки, а коефіцієнт перетворення зменшується. Як наслідок, перелаз (низькочастотний вплив) виявляється більш надійно, ніж механічний вплив, який здійснюється за допомогою, різального інструменту (високочастотний вплив).

2.9.2 Вібраційні мікрофонні засоби виявлення

Вібраційні мікрофонні засоби виявлення (ВМЗВ) призначені для виявлення порушника, за створюваними ним вібраціям, під час його проникнення на охоронний об'єкт через міцну інженерну огорожу.

Принцип дії таких ЗВ засновано на реєстрації механічних вібрацій або переміщень інженерної огорожі, які виникають при спробах порушника зруйнувати або подолати її.

Чутливим елементом для таких огорож виступає спеціально розроблений електромагнітний мікрофонний кабель, який перетворює механічні вібрації в електричний сигнал. Кабель монтують безпосередньо до огорожі або спеціальному металевому козирку. Сигнали надходять у БОС, який відповідно до заданого алгоритму видає сигнал сповіщення.

Провідники у мікрофонному кабелі розташовані у магнітному полі гнучкого магнітного полімеру (рис. 2.39). Локальні деформації, спричинені

вібрацією контрольованої огорожі, призводять до зміщення гнучкого магнітного полімеру відносно провідників. Це є причиною виникнення змінного магнітного поля, яке й індукує напругу у провідниках.



Рисунок 2.39 – Мікрофонний кабель MY 203 SW

Недоліком виступає однопрохідна схема сигналізаційного блокування огорожі.

Для мікрофонного ЧЕ характерна висока точність відтворення вібрацій огорожі та високе відношення сигнал/шум, яке обумовлене низькоомним чутливим елементом.

Варто зауважити, що сповіщувачі, які базуються діапазоні акустичних частот, працюють як на «жорстких» (важких) зварних ґратах, так і на якісній дерев'яній огорожі, оскільки акустичні хвилі поширюються за будь-якого способу подолання або впливу на них.

2.9.3 Системи вібраційного виявлення з локалізацією ударів на основі імпульсного рефлектометра

Усі без винятку традиційні трибоелектричні системи периметральної безпеки, які містять від одного до двох вібраційних периметральних сенсорів, підключаються до одного БОС. Для таких ділянок, за усією її довжиною, встановлюється рівномірна чутливість. Місце проникнення визначається із точністю до зони, яка визначена початком та кінцем ЧЕ. Слід пам'ятати, що якість огорожі є ключовою для надійної роботи вібраційних периметральних ЗВ.

Як правило, чим довша ділянка, тим більше виникає хибних спрацьовувань. Однією з основних проблем традиційних ЧЕ, які використовуються на «м'якій» огорожі, є їх здатність до хибних спрацьовувань під час сильного вітру та дощу. Локальні збурення, спричинені порушником, порівнюються з шумом (енергією), яка накопичується за усією довжиною чутливого елемента.

Розробки ЧЕ, які базуються на коаксіальних кабелях, дозволяють виявляти проникнення через огорожу за допомогою технології кабельної локації, використовуючи принцип імпульсних рефлектометрів де деформація кабелю змінює форму зондуючого імпульсу. На основі затримки та зміни форми імпульсу БОС визначає характер та місце проникнення.

Процес виявлення подано на рисунку 2.40.

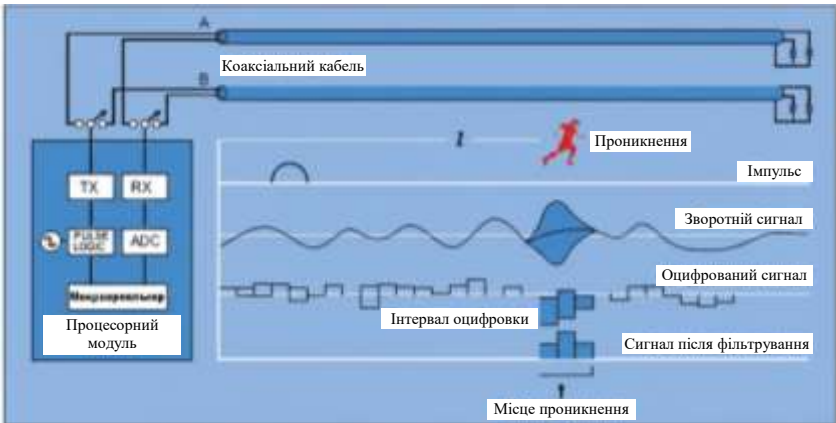


Рисунок 2.40 – Процес виявлення порушника

За відсутності руху зворотнього сигналу формується картинка розподілу шумів в кабелі у стані спокою, аналогічно й з розподілом сигналу від нерухомих об'єктів. На кабельний ЧЕ подається зондуєчий імпульс, який створює ЕМП, яке розповсюджується всередині коаксіального кабелю між центральною жилою та оплетенням. В цьому полі, у каналах біля зовнішнього оплетення, розташовано провідники-сенсори. Будь-яка механічна деформація сенсорів призводить до того, що частина енергії імпульсу відбивається і починає рухатися до приймача.

Зазначимо, що тимчасова затримка між початком імпульсу та прийомом сигналу, який відбився від деформованої ділянки, є мірою відстані, яку імпульс проходить у кабелі.

Переваги вібраційних сповіщувачів:

- сповіщувачі дозволяють визначити чи загороження подолано, чи його зруйновано;
- вібраційні ЗВ володіють істотно меншим енергоспоживанням, низькою вартістю, широким діапазоном напруги живлення, мінімальним технічним обслуговуванням, забезпечують стійкість до ударів.

Недоліки вібраційних сповіщувачів:

- висувають високі вимоги до монтажу ЧЕ та якості огорожі;
- якість роботи вібраційних ЗВ напряму залежить від правильного проектування інженерного загороження та акуратності виконання монтажу;
- чутливий елемент підбирається під огорожу, а огорожа під ЧЕ;
- техногенні та природні перешкоди, які впливають на огорожу та безпосередньо на ЧЕ, можуть призвести до формування хибних спрацювань.

2.10 Оптично-волоконні засоби виявлення

За способом застосування та визначення порушника за фізичним впливом на ЧЕ оптично-волоконні засоби виявлення (ОВЗВ) аналогічні вібраційним сповіщувачам. Однак ЧЕ таких систем, у порівнянні із звичайними кабельними лініями, мають інші параметри та споживчі властивості.

Чутливим елементом у таких системах виступає оптично-волоконний кабель (рис. 2.41), який перетворює його локальні деформації, які виникають під час механічних вібрацій змiну характеристик лазерного випромінювання, яке проходить через оптичне волокно. Кабель, зазвичай, монтують або безпосередньо до огорожі, або спеціального легкого металевого козирка, розташованого над нею. Зміна характеристик лазерного випромінювання фіксується БОС, який відповідно до заданого алгоритму видає сигнал тривоги. Окрім БОС, до складу сповіщувача входить й оптичний квантовий генератор і монітор.

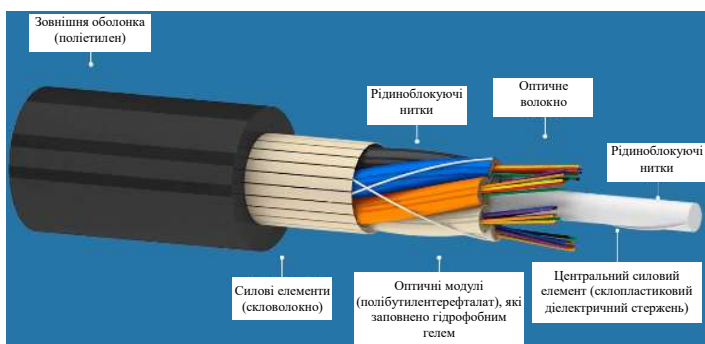


Рисунок 2.41 – Будова оптоволоконного кабелю

Оптичне волокно – основа будь-якого ОВЗВ. Складається воно (рис. 2.42) з внутрішнього шару – сердечника, який володіє високим показником заломлення, зовнішнього шару – з низьким показником заломлення та захисної оболонки. Світло поширюється у внутрішньому шарі, зазнаючи повного внутрішнього відбиття на межі шарів.

На практиці оптичне волокно поділяють на одномодове та багатомодове (рис. 2.43). В одномодовому волокні (товщина осердя від 7 до 9 мкм) реалізується режим поширення однієї моди (одного типу світлової хвилі). В багатомодовому волокні (товщина осердя 50 мкм і більше) світлові хвилі поширюються різними траєкторіями.

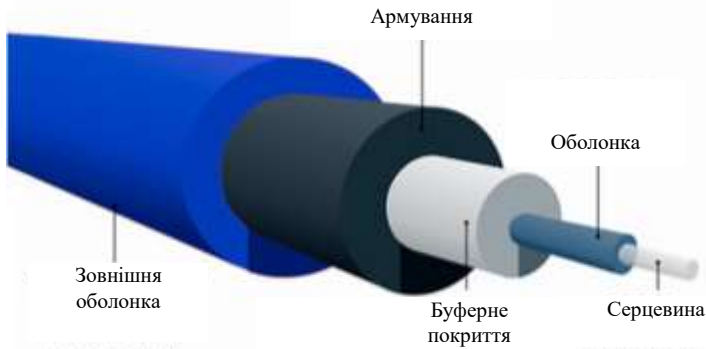


Рисунок 2.42 – Будова оптичного волокна

До одного кінця кабелю підключено мініатюрний напівпровідниковий лазер, який генерує когерентне випромінювання. Протилежний кінець кабелю зістиковано із фотодіодом (приймачем), який перетворює оптичний сигнал на електричний. Аналізатор порівнює сигнал, який приймається з еталонним, який відповідає стану спокою ЧЕ, і детектує зовнішні впливи на периметр (зміщення, вібрації або стиснення кабелю).

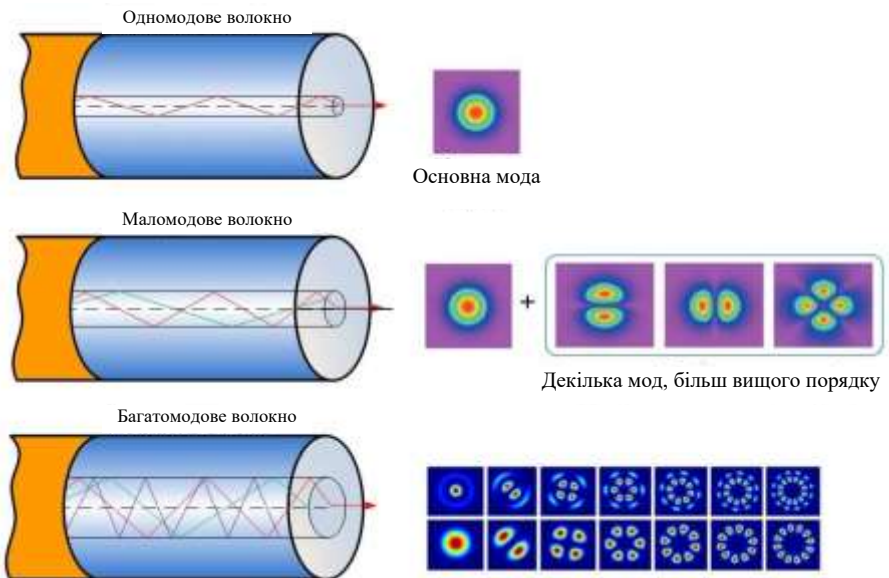


Рисунок 2.43 – Різновиди оптоволоконного кабелю

ОВЗВ призначений для створення лінійних багатозонних та багаторубежних периметровиз засобів виявлення на основі оптоволоконних кабелів, які монтуються на деформуючі інженерні загородження різних типів або в ґрунті. Зазвичай такі комплекси складається із двох частин – пультової апаратно-програмної та лінійної.

Принцип роботи такої системи наведено на рисунку 2.44.

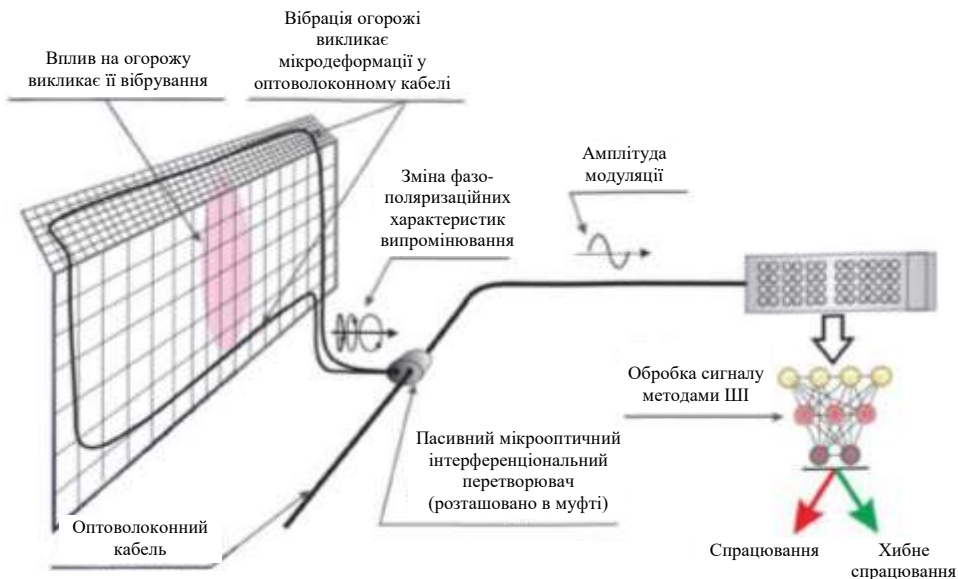


Рисунок 2.44 – Принцип роботи оптоволоконного засобу виявлення

У якості чутливого елемента в такій системі використано спеціальний багатомодовий оптоволоконний кабель на 18 оптичних волокон. Від зовнішніх впливів кабель захищено поліетиленою оболонкою, яка дозволяє працювати за температур до -65°C . Кабель посилено двома сталевими жилами та має міцність на розрив 320 Н. особливістю цієї системи є те, що у ній використано оптоволоконну лінію зв'язку із кільцевою конфігурацією, що дозволяє повністю відмовитися від кабелів для сигналізації та електроживлення, які, зазвичай, прокладають вздовж периметра.

На кожній зоні виявлення встановлюють муфту, яка з'єднує ЧЕ з оптоволоконним кабелем. Зварювання обох кабелів здійснюється таким чином, що фазові зміни в ЧЕ трансформуються в амплітудну модуляцію оптичного кабелю.

Сигнали з ЧЕ обробляються центральним процесором, який сформовано за принципом багатопараметричного нейронного аналізатора. При цьому, аналізатор «навчається» безпосередньо на об'єкті, обробляючи та запам'ятовуючи реальні відклики, які надходять з ЧЕ, що відповідають як сигналам вторгнення, так і фоновим сигналам перешкод.

На рисунку 2.45 подано приклад монтажу розглянутої вище системи. Довжина однієї зони виявлення до 500 м, максимальна довжина ЧЕ разом із кабелем зв'язку можуть становити 60 км. Слід зауважити, що для охорони периметра довжиною 50 км пультава частина необхідно розміщувати на відстані не більше 10 км від чутливого елемента.



Рисунок 2.45 – Приклад монтажу оптоволоконної системи виявлення

Переваги ОВЗВ:

- їх несприйнятливість до електромагнітних та радіочастотних перешкод, яка дозволяє використовувати їх у цих зонах;
- можливість їх застосування для захисту не лише огорожі, а й не загороджених територій;
- можливість організації охорони достатньо протяжного периметра (будь яка складність) із прихованим підземним монажем;
- висока електробезпека, зони виявлення з такими ЧЕ застосовується на вибухонебезпечних об'єктах, а також під водою;
- відсутність випромінювання електромагнітної енергії (важко виявити за допомогою пошукових засобів);
- можливість експлуатації за несприятливих атмосферних умов та в діапазоні температур від -40 до $+70^{\circ}\text{C}$ (оболонка ЧЕ захищає оптоволокну від УФ-випромінювання, вологи тощо);

– легкість монтажу та мінімальний час пуско-налагоджувальних робіт дозволяє обладнати лінійні об'єкти за відносно коротким часом;

– завдяки великій довжині ЧЕ можливий його монтаж на огорожі у декілька проходів, що дозволяє ефективніше організувати охорону периметра, зберігши при цьому досить протяжну зону виявлення;

– висока корозійна стійкість та працездатність в агресивних зовнішніх умовах;

– мінімальне енергоспоживання за значного віддалення від точки вимірювання;

– висока технологічність, можливість поєднання з матеріалом конструкції на стадії виготовлення.

Недоліки ОВЗВ:

– висока питома вартість під час захисту периметра невеликої протяжності;

– необхідність використання ЧЕ у захисній оболонці під час монтажу на огорожі, що підвищує вартість системи;

– складність процедури з'єднання та ремонту ЧЕ у польових умовах;

– використання нейромережевих алгоритмів обробки сигналів потребує персонального комп'ютера як централізованого БОС великої обчислювальної потужності;

– можлива втрата чутливості під час промерзання ґрунту;

– висока залежність завадостійкості та виявляючої здатності відносно якості «навчання» периметрального засобу виявлення під час монтажу, що вимагає високої кваліфікації персоналу.

2.11 Радіолокаційні засоби виявлення

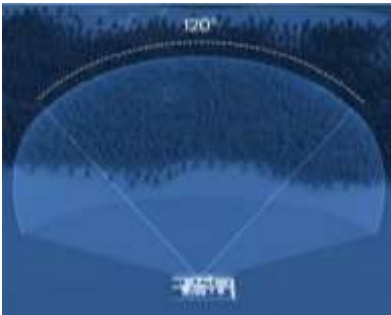
Радіолокаційні засоби виявлення (РЛЗВ) застосовують для охорони територій великої площі та великої протяжності (рис. 2.46). Вони дозволяють організувати, в секторі огляду радіолокаційних станцій (РЛС), віртуальні кордони, де немає фізичної можливості встановити захисну огорожу (болотиста місцевість, ділянки акваторії тощо) або не зводити складні, за виконанням, інженерні загородження.

Застосування РЛС виправдане на об'єктах транспортної інфраструктури, аеропорти, залізниця, транспортні розв'язки, річні та морські порти, акваторії гребель та гідроелектростанцій, об'єкти паливно-енергетичного комплексу). Згаданим об'єктам притаманна одна загальна характеристика – це протяжний периметр та велика територія. На таких об'єктах складно організувати надійну охорону території та нерідко віддалені ділянки не обладнані навіть огорожею, хоча сама огорожа не є серйозною перешкодою для порушника (віддаленим

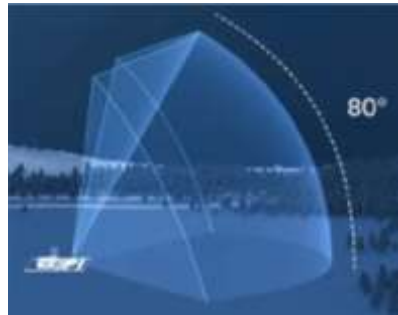
ділянкам охоронної території приділяють замало уваги, що призводить до зниження надійності охорони цілого об'єкта).



а)



б)



в)

Рисунок 2.46 – Радар близької відстані EchoGuard:

а) – типові діапазони відстежування; б) і в) – поле зору (горизонтальна та вертикальна площина)

Під час організації охорони таких об'єктів, з метою раннього виявлення наближення порушника та стеження за його переміщеннями в реальному часі, найефективнішим є застосування радіолокаційних засобів. Це може, на ранніх етапах, значною мірою полегшити виконання таких завдань:

- попередження проникнення порушника на охоронну територію;
- оперативне наведення групи затримання на порушника;
- цільові вказівки для засобів об'єктивного контролю (відеокамер та тепловізорів).

Охоронні РЛС не тільки виявляють та встановлюють координати порушника, але й виконують ряд вимог (чутливість, зона виявлення; здатність працювати в умовах відбивання сигналу від землі або водної поверхні, за супутніх кліматичних чинників зовнішнього середовища, відповідати вимогам електромагнітної сумісності), які підвищують виявляючу здатність.

РЛС у системі охорони об'єкта дозволяє контролювати територію в реальному часі: перекривати небезпечні напрямки на прилеглий території,

відстежувати усі переміщення всередині об'єкта, ідентифікувати порушника (людина, група людей, транспортний засіб), визначати їх кількість, характер поведінки, а в деяких випадках і наявність зброї. Дана інформація дозволяє оператору ефективно координувати дії групи реагування.

У сучасних РЛС відображення радіолокаційної інформації здійснюється на схемі місцевості, цифровій карті або топографічному плані місцевості.

Пристрій відображення РЛС (монітор) індикує наступну інформацію:

- сітку полярних координат з початком у точці встановлення РЛС;
- відображення радіолокаційної карти;
- позначки від цілей, які прив'язано до карти місцевості, напрямок локації (промінь бісектриси сектора огляду);
- номер цілі з її координатами та характеристиками (одиначна, групова, транспортний засіб) та параметрами руху (характеристики та параметри цілі висвічуються за командою оператора);
- поточний стан (виявлення, захоплення, супровід, скидання);
- відображення зон, межі зони видимості/невидимості;
- відображення мнемонік виявлених цілей;
- відображення траєкторій руху виявлених цілей.

На сьогодні використовують ряд РЛС спеціально призначення які працюють у якості самостійних (рис. 2.47, а-в), так і у складі інтегрованих (рис. 2.47, г-е) комплексів охорони протяжних периметрів та великих територій.

У сучасних РЛС сканування простору ведеться одночасно за двома модулями радіолокації на різних довжинах хвиль, що дозволяє досягнути високої дальності виявлення й високої просторової роздільної здатності.

Висока чутливість приймачів (≈ 129 дБ/Вт) дозволяє виявляти цілі до 30 км (великогабаритні об'єкти) та 7 км (середньогабаритні об'єкти), а також відстежувати високошвидкісні малогабаритні об'єкти.

При цьому функція накопичення сигналів та алгоритм очищення хибних цілей підвищує ймовірність виявлення до 0,95 та стабільність відстежування траєкторії переміщення об'єктів. Вбудована автоматизована ідентифікаційна система відображає на екрані оператора параметри об'єктів, а комплект програмного забезпечення контролює працездатність вузлів та блоків технологічного обладнання. Завдяки відкритим протоколам обміну даними деякі РЛЗВ можуть бути доповнені різними давачами або сенсорами виявлення та ідентифікації.

Зауважимо, що деякі РЛС призначені для цілодобового всепогодного радіолокаційного спостереження за територією з метою виявлення цілей, визначення їх параметрів й видачі сигналу сповіщення.

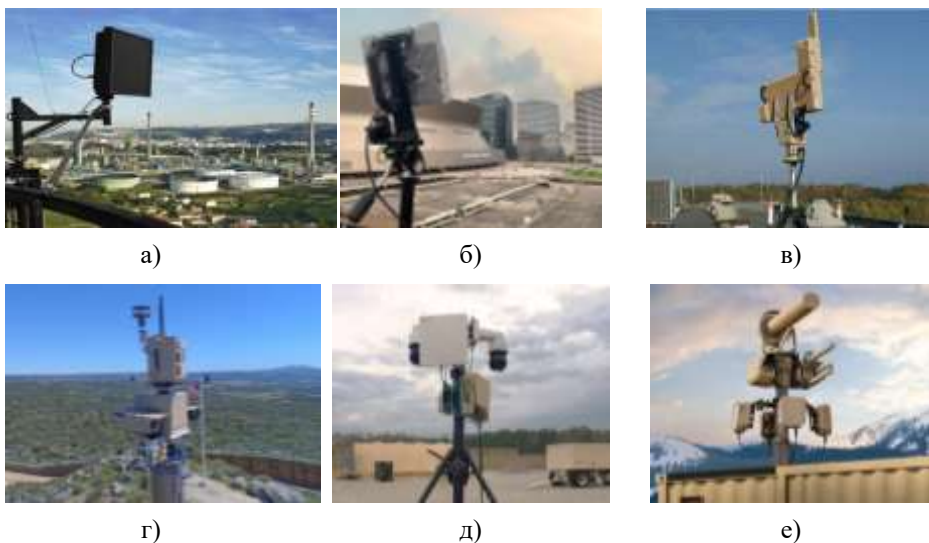


Рисунок 2.47 – Радіолокаційні станції спеціального призначення:
 а) – радіолокаційна система охорони периметра АТ PSR; б) – радар швидкого розгортання EchoShield; в) – твердотілий скануючий наземний радіолокатор великої дальності Flir Ranger R20SS; г) – вежа спостереження Anduril розширеного радіусу дії XRST; д) – радар спостереження EchoGuard; е) – радар охорони об’єктів MESA

Переваги РЛЗВ:

- РЛС застосовують для раннього виявлення різних загроз;
- дозволяє фіксувати порушника не тільки на усій площі охоронного об’єкта, а й на підступах до його периметра або при спробі проникнення із повітря;
- існують мобільні та переносні РЛС;
- ціна пристроїв у кілька разів нижча за вартість побудови інженерного загородження периметрів.

Недоліки РЛЗВ:

- встановлюють на ділянках із прямою оптичною видимістю (для збільшення дальності дії РЛС антену необхідно підняти на висоту від 3 до 30 м над навколишньою місцевістю);
- присутня функція виявлення/спостереження, але не функція охорони;
- застосування РЛС для охорони периметра забезпечує лише детектування появи зловмисників або транспорту, приймає рішення оператор.

2.12 Комбіновані засоби виявлення

Для побудови ефективного захисту периметра необхідно використовувати кілька рубежів охорони та сповіщувачі, які працюють на різних фізичних принципах.

Комбіновані сповіщувачі, які використовуються для охорони периметрів дозволяють виявити проникнення на охоронний об'єкт зловмисника і зменшити кількість хибних спрацювань на основі виділення сигналу порушника на тлі завадових впливів.

Перевагою таких сповіщувачів є можливість одночасного виявлення спроб проникнення порушника на охоронний об'єкт різними способами. Як правило, комбінований сповіщувач складається із двох або більше чутливих елементів, які побудовано на різних фізичних принципах, та одного БОС, з наявними для кожного з ЧЕ каналами обробки інформації. При цьому, кожен із чутливих елементів має власну зону виявлення.

На рисунку 2.48 схематично подано приклад виконання охоронної огорожі із застосуванням комбінованого сповіщувача.

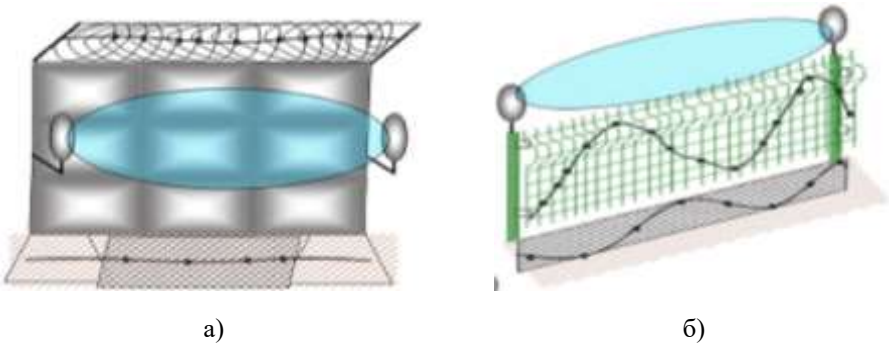


Рисунок 2.48 – Приклади охорони огорожі за допомогою комбінованого сповіщувача:

- а) – підкоп під огорожу визначається за допомогою сейсмічного кабеля, який прокладено у ґрунті на сітку під плитою, спроба руйнування огорожі встановлюється за спрацюванням радіохвильового каналу, а перелаз через огорожу – спрацювання двох каналів: вібраційного та ємнісного; б) – підкоп під огорожу визначають за допомогою сейсмічного кабеля, який прокладено у ґрунті на сітку під плитою, спроба руйнування огорожі встановлюється за спрацюванням двох каналів: вібраційного та ємнісного, а перелаз через огорожу із спрацювання радіохвильового каналу

Зауважимо, що такий сповіщувач є стійким до руху людей та автомобілів вздовж периметру охоронної території та може використовуватися в міських умовах.

Комбіновані сповіщувачі мають, зазвичай, чотири канали виявлення проникнення, на охоронну територію, зловмисника, які базуються на різних фізичних принципах: вібраційний, радіохвильовий, ємнісний та сейсмічний.

Вібраційний, сейсмічний та ємнісний канали дозволяють охороняти огорожу завдовжки до 250 м. Радіохвильовий канал може містити до 10 комплектів нерозбірних блоків ПРД та ПРМ, дальність дії кожного з них від 10 до 100 м (наявність декількох комплектів забезпечує охорону огорожі з лінійною та ламаною формами). Електроживлення комплектів лінійних радіохвильових сповіщувачів здійснюється від БОС за двохпровідною лінією. Інформація (про спрацьовування, несправність, саботаж тощо) від комплектів передається по лінії їх електроживлення із зазначенням номера охоронної ділянки, який записано у пам'яті сповіщувача (ця функція дозволяє отримувати інформацію про конкретне місце несанкціонованого подолання ділянки охоронного периметра). Варто зауважити, що такий сповіщувач має два входи для підключення інтерфейсу конструктивно завершених охоронних сповіщувачів, що дозволяє збільшити кількість охоронних зон на огорожі або створити додаткові зони виявлення, які забезпечать виявлення переміщення порушника біля огорожі. Окрім цього, в БОС передбачено цифрові виходи для управління додатковим охоронним обладнанням (прожектором, відеокамерою тощо).

Програмне забезпечення комбінованого сповіщувача дозволяє проводити:

- логічне комбінування каналів виявлення та додаткових сповіщувачів за обраною схемою (І, АБО, два з трьох);

- керування параметрами каналів виявлення та вибір схеми їх логічного комбінування за допомогою ПК через стандартний інтерфейс RS-485;

- ведення та зберігання, в енергонезалежній пам'яті, протоколу подій.

Ще один варіант комбінованого сповіщувача базується на застосуванні двох каналів виявлення, які принципово відрізняються один від одного: вібромагнітометричний, який працює в інфрачастотному діапазоні, та радіохвильовий, який дозволяє звести до мінімуму область корельованих перешкод і, відповідно, підвищити завадостійкість засобу виявлення.

Комбінований ЧЕ є антенним полотном, яке виконано у вигляді трьох кабелів (рис. 2.49). Розташовані на відстані 20 см один від одного, вони формують безперервну рівномірну зону виявлення. При цьому одна частина кабелів антени задіяна у роботі вібромагнітометричного, а інша – для організації радіохвильового каналу виявлення.



Рисунок 2.49 – Двохканальний комбінований сповіщувач

Під час несанкціонованого потрапляння суб'єкта доступу в зону виявлення сигнали, які формуються в ЧЕ обох каналів, надходять до БОС і за виконання певних критеріїв виявлення викликає спрацювання вихідного реле сповіщення.

Ще один варіант двохканального комбінованого сповіщувача базується на поєднанні вібраційного та ємнісного принципу виявлення. Ємнісний сповіщувач охороняє козирок, а вібраційний – полотно огорожі. Протяжність охоронного рубежу знаходиться в межах від 3 до 250 м, діапазон робочих температур від -50 до +50°C. при цьому сповіщувачі працюють незалежно один від одного, формуючи різні зони виявлення та видають сигнал про виявлення за окремими виходами.

Наступний варіант виконання комбінованого сповіщувача ґрунтується на застосуванні радіохвильових та активних інфрачервоних засобів виявлення. Сигнал сповіщення у них видається під час спрацювання обох каналів виявлення, а поєднання двох фізичних принципів дозволяє зменшити ширину зони виявлення до діаметра ІЧ-променя, сформувані попередній сигнал виявлення за НВЧ-каналом, який має ширшу зону. Такі характеристики сповіщувача дозволяють успішно застосовувати його для захисту вузьких ділянок, які розташовано поблизу автошляхів. Довжина зони виявлення від 10 до 100 м. Сповіщувач забезпечує безперервну цілодобову роботу та зберігає свої характеристики за температури навколишнього середовища від -40 до +85°C.

У наступному варіанті комбінованого сповіщувача об'єднано однопозиційний радіохвильовий сповіщувач з інфрачервоним пасивним. Кут розсіювання променя цього ЗВ знаходиться у межах 60° і його орієнтовано на охорону широкого майданчика. В іншого типу сповіщувача кут розсіювання променя становить 3° – це дозволяє організувати зону виявлення у формі коридору. Довжина зони виявлення від 2,5 до 40 м. Слід зауважити, що радіохвильовий канал сповіщувача володіє достатньо високими технічними характеристиками завдяки поділу зон виявлення на підзони із індивідуальним

налаштуванням її чутливості, переваги якої доповнюються другим каналом виявлення, який дозволяє підвищити стійкість до різних перешкод. Сповіщувач зберігає свої характеристики за температури навколишнього середовища від -40 до +65°C.

Переваги комбінованих сповіщувачів:

– володіють підвищеною завадостійкістю до впливу зовнішніх дестабілізуючих чинників.

Недоліки комбінованих сповіщувачів:

– для виявлення та розпізнавання порушника використовують одночасно декілька ЧЕ, в результаті чого збільшується вартість ЗВ і, відповідно, технічне обслуговування;

– застосовуються для охорони об'єктів, які належать до категорії особливої важливості.

Рекомендована література: [1-9].

Запитання для самоконтролю

1. Завдяки чому комбіновані сповіщувачі забезпечують високу завадостійкість та низький рівень хибних спрацювань у порівнянні з одноканальними засобами?

2. Завдяки яким особливостям манометричні засоби виявлення вважаються «невидимими» для порушника та для яких типів об'єктів вони є найбільш доцільними з огляду на їх переваги?

3. На які групи поділяють вібраційні сповіщувачі залежно від діапазону частот, і як він впливає на здатність системи виявляти різні типи загроз?

4. Опишіть фізичний принцип виявлення порушника манометричним сповіщувачем та поясніть роль компенсаційних клапанів у його лінійній частині.

5. Ось три запитання до розділу «Манометричні засоби виявлення», сформовані таким чином, щоб охопити технічні принципи, умови експлуатації та переваги цієї системи:

6. Ось три контрольні питання до розділу «Радіохвильові засоби виявлення», які допоможуть перевірити знання як теоретичної бази, так і практичних аспектів експлуатації систем:

7. У чому полягає ключова відмінність між радіохвильовими та радіолокаційними засобами виявлення за принципом формування зони виявлення, і як поділяються ці засоби залежно від активності джерела випромінювання?

8. У чому полягає основна тактична перевага маскуючих засобів виявлення над видимими?

9. У чому полягає принципова різниця в алгоритмі виявлення порушника між активними та пасивними оптично-електричними засобами виявлення?

10. У чому полягає принципова різниця у фізичних процесах формування сигналу між трибоелектричними та мікрофонними вібраційними кабелями?

11. У чому полягають основні переваги та недоліки використання комбінованих засобів виявлення на об'єктах особливої важливості?

12. У яких випадках застосування радіолокаційних засобів виявлення є доцільнішим за встановлення фізичних інженерних загороджень, і для яких типів об'єктів вони найбільш ефективні?

13. Чим принципово відрізняються «загороджувальні» засоби виявлення від «незагороджувальних» з точки зору фізичного впливу на порушника та чинників виникнення хибних спрацювань?

14. Чому ЛВХ-сповіщувачі вважаються стійкими до впливу дрібних тварин, але при цьому мають труднощі з локалізацією точного місця проникнення?

15. Чому під час налаштування ємнісних сповіщувачів особлива увага приділяється фільтрації перешкод, і які чинники навколишнього середовища найчастіше призводять до хибних спрацювань?

16. Чому провідниково-хвильові засоби виявлення рекомендується встановлювати саме на «жорстких» огорожах?

17. Яка ключова різниця в принципі реєстрації порушника між активними та пасивними засобами виявлення, і які переваги мають пасивні системи в контексті невидимості?

18. Яка критична умова повинна бути дотримана під час використання металевих декоративних ґрат або сіток як чутливого елемента, і на яких типах огорож таке використання є найбільш ефективним?

19. Яка фізична зміна в середовищі стає причиною формування сигналу тривоги при потраплянні порушника в зону виявлення провідниково-хвильового сповіщувача?

20. Який фізичний параметр системи змінюється під час наближення порушника до антени ємнісного сповіщувача, і яка геометрична форма зони виявлення характерна для такого типу пристроїв?

21. Яким чином механічний вплив на периметр перетворюється на сигнал тривоги в оптично-волоконних засобах виявлення?

22. Яких геометричних параметрів слід дотримуватися під час вкладання чутливих елементів у ґрунт, і яке обмеження щодо рослинності встановлюється для забезпечення коректної роботи манометричного засобу виявлення?

23. Яких правил необхідно дотримуватися під час розбивки периметра об'єкта на ділянки для встановлення активних ПЧ-сповіщувачів?

24. Які зовнішні чинники найбільше впливають на появу хибних спрацювань активних ІЧ-сповіщувачів та які конструктивні рішення допомагають мінімізувати цей вплив?

25. Які існують варіанти розміщення чутливих елементів ЛВХ-сповіщувача і як спосіб монтажу впливає на характеристики зони виявлення?

26. Які ключові технічні характеристики сучасних охоронних РЛС дозволяють мінімізувати кількість хибних спрацювань та які існують основні обмеження при їх експлуатації?

27. Які основні фізичні канали виявлення можуть поєднуватись в одному комбінованому сповіщувачі та які додаткові функції керування передбачені в блоці обробки сигналів?

28. Які особливості конструкції провідниково-хвильового ЗВ дозволяють використовувати їх поблизу залізниць, проте роблять їх вразливими до стану рослинності в зоні охорони?

29. Які переваги дає перехід на більш високу робочу частоту порівняно зі стандартною, і в яких специфічних випадках доцільніше використовувати низькочастотні сповіщувачі ?

30. Які переваги надає використання технології імпульсної рефлектометрії у вібраційних системах порівняно із традиційними системами?

31. Які типи чутливих елементів сейсмічних засобів виявлення існують в природі та в чому полягає робота індукційного сейсмоприймача?

32. Які чинники навколишнього середовища найбільше впливають на чутливість сейсмічного ЗВ та можуть спричинити помилкові сповіщення?

33. Яку роль відіграє «навчання» нейронного аналізатора під час монтажу системи і як це впливає на ефективність виявлення порушника?

34. Яку роль відіграє конструкція перфорованого кабелю у формуванні зони виявлення ЛВХ-сповіщувача та як саме відбувається реєстрація порушника?

ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 2. Проектування, вибір та експлуатація систем охорони периметрів

ТЕМА 3. ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ ОХОРОНИ ПЕРИМЕТРІВ ТА ВИБІР ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ

План:

3.1 Проектування системи охорони периметрів.

3.2 Вибір та застосування технічних засобів для моніторингу стану периметра.

3.1 Проектування системи охорони периметрів

Вибір та застосування перспективних периметральних засобів виявлення, в основу роботи яких покладено різні фізичні принципи, для охорони огорожених територій та відкритих майданчиків необхідно будувати на наступному методологічному підході:

1) Можливість раннього виявлення порушника – ще до його проникнення на об'єкт.

2) Точне проходження контурів периметра, відсутність «мертвих» зон.

3) За можливістю прихований монтаж чутливих елементів.

4) Незалежність параметрів від сезону (зима, літо) та погодних умов (дощ, вітер, град тощо).

5) Несприйнятливість до зовнішніх чинників – індустриальні перешкоди, шум транспорту, який рухається поруч, дрібні тварини та птиця.

6) Стійкість до електромагнітних перешкод – грозові розряди, джерела потужних електромагнітних випромінювань тощо.

Основними принципами функціональної побудови СОП прийнято вважати:

– багатозональність, яка дозволяє контролювати огорожу, поділяючи її на локальні ділянки;

– комплексне та/або комбіноване виявлення із використанням функціонально завершених сповіщувачів, які базуються на різних фізичних принципах виявлення, із доповненням їх відеоспостереженням;

– децентралізоване оброблення первинної інформації, яка надходить від чутливого елемента.

Під час організації системи охорони периметра необхідно вирішувати наступні задачі:

– вибір периметральних засобів виявлення, які базуються на різних фізичних принципах виявлення порушника, в залежності від типу використаного загородження;

– алгоритм спільної роботи каналів ЗВ, які базуються на різних фізичних принципах, в локальній ділянці, а також урахування сигналів від інших ПЗВ, які встановлено на цій ділянці;

– додаткове обладнання для керування параметрами СОП під час монтажу та регулювання.

Не варто забувати й про питання, які стосуються організації інтерфейсу. Зокрема:

– передача сповіщення про спрацювання ЗВ на локальній ділянці за провідною лінією зв'язку або радіоканалом із зазначенням його адреси на місцевий пункт охорони об'єкта;

– спосіб передачі повідомлень на пульт централізованого спостереження, радіоканал передачі та обміну (протокол, робота у реальному режимі часу, робота під час постановки активних перешкод, кодування інформації, вибір радіочастот);

– дублювання радіоканалу.

3.2 Вибір та застосування технічних засобів для моніторингу стану периметра

Етап проектування СОП об'єкта полягає у проведенні низки заходів:

1) Аналіз можливих загроз та способів подолання рубежу та розробка моделі потенційного порушника.

2) Огляд місцевості, аналізу ґрунту (глинистий, піщаний, болотистий, скельний), у тому числі й з точки зору можливості зробити підкоп.

3) Аналіз кліматичних та погодних умов, у тому числі й з точки зору можливості утворення снігових заметів (їх можлива висота біля огорожі, діапазон зміни температур та ймовірність сильних вітрів зі швидкістю понад 25 м/с).

4) Уточнення особливостей конструкції огороження (матеріал, висота, вигини, повороти).

5) Оцінювання «зашумленості» території (наявність різного виду індустріальних перешкод, близькість високовольтних ліній електропередач).

6) Оцінювання відомостей про перетин периметра підземними та надземними магістралями (трубопроводами, естакадами, каналізаційними та кабельними лініями тощо).

7) Визначення кількості та видів «розривів» в огорожі (автомобільні проїзди, ворота, хвіртки, водопропуски тощо).

8) Визначення вимог, які висуваються до маскуванню СОП об'єкта та естетичні вимоги.

9) Оцінка можливостей служби безпеки, яка обслуговує СОП, кваліфікації персоналу.

10) Визначення виду та комбінації засобів виявлення.

11) Аналіз можливостей варіантів СОП та вибір найбільш прийнятної, за критичним значенням системи.

12) Оцінювання фінансових можливостей (як правило, прийнято вважати, що вартість СОП не повинна перевищувати від 10 до 15% від можливих втрат, які викликані проникненням порушника на охоронний об'єкт).

Слід пам'ятати й таке, щоб забезпечити завадостійкість та якісну роботу засобів виявлення у складних умовах, їх необхідно обирати та використовувати

із урахуванням додаткових рекомендацій виробника. Інтервальні оцінки середнього напрацювання на помилкове спрацювання наводять на підставі відомих даних та експертних оцінок. При цьому ймовірність виявлення порушника приймають не менше 0,95.

Під час вибору та застосування перспективних ЗВ, які засновано на різних фізичних принципах роботи, для охорони загороджених територій та відкритих майданчиків особливу роль відіграє облік та зниження впливу завадових чинників, які ускладнюють їх функціонування.

Завадовими слід вважати наступні чинники:

– кліматичні: температура (від -60 до $+60^{\circ}\text{C}$), вологість, туман, дощ, гроза, сніг, град, льоду, вітер, пил, пісок, сонячна радіація;

– фауна: комахи, птахи, тварини;

– флора: трава, кущі, дерева;

– умови застосування: дизайн периметра; переміщення поблизу периметра людей, тварин, автомобілів, потягів тощо; вигин периметра за горизонталлю та вертикаллю; характеристики ґрунту та огорожі (за їх наявності); наявність калюж, струмків, нерівності ґрунту, наявність або близькість великих предметів, близькість різних комунікацій;

– промислові перешкоди: лінії електропередач, радіостанції, стільниковий зв'язок, потужні електроустановки, електрифікований транспорт.

Як бачимо, тут наведені далеко не всі перешкоди. На специфічних об'єктах їх кількість може зростати (наприклад, хімічно-активне середовище, радіаційне випромінювання тощо).

Слід зауважити, що на різні периметральні засоби виявлення такі чинники впливають по-різному (наприклад, комахи, які ніяк не впливають на переважну більшість сповіщувачів, але можуть суттєво порушувати нормальну працездатність інфрачервоних приладів, закриваючи собою чутливий елемент або створюючи непрозоре павутиння; в умовах вічної мерзлоти неможливо встановити опори для сповіщувачів, які потребують точного юстування або певного зусилля для натягування чутливого елемента).

Тварини (собаки) можуть проникати всередину, або з'являються поблизу більшості охоронних об'єктів, особливо де є приміщення для харчування. Підлазючи під ворота та хвіртки, собаки проникають на об'єкти. Найчастіше собаки переміщуються зграями й здатні, цим самим, сформувавши сигнал сповіщення, практично у будь-якому засобі із його зоною виявлення, яка прилягає до землі (ближче 0,5 м).

Як бачимо, без обмеження доступу тварин до зони виявлення ефективність заходів із фізичної охорони периметра може бути зведена нанівець.

Необхідно враховувати й те, що вплив більшості перешкод несе імовірнісний характер. Конкретна подія для даного об'єкта може відбуватися як щорічно, так і щохвилини (наприклад, якщо ЗВ реагує на проїзд автомобіля, то його спрацювання раз на місяць, не є критичним; якщо ЗВ реагує на проліт птахів лише один раз із десяти, а таких прольотів є декілька сотень на добу, то його монтаж неприпустимий; якщо перешкоди формуються в день, коли засіб знято з охорони та відсутній у вечорі та вночі, то ними можна знехтувати).

Слід пам'ятати, що у випадку спрацювання ЗВ за порівняно рідкою відомою подією (наприклад, відкриття воріт, включення зрошувальної установки тощо), то цей чинник необхідно враховувати.

Як правило, для СОП суттєвими прийнято вважати від п'яти до семи задових чинника (кліматичний не враховують).

На практиці, врахувавши наведені чинники, приступають до вибору засобів виявлення. Тут уже враховують свої «плюси» та «мінуси» для кожного ЗВ та приймають до уваги свої обмеження щодо подальшого їх застосування.

Зауважимо, що прийнятий варіант застосування ЗВ безпосередньо пов'язаний із задовими чинниками, які можуть вплинути на подальшу роботу ПЗВ.

Найбільш поширеними, традиційними для охорони рубежу периметра прийнято вважати варіанти із наступними периметральними засобами виявлення:

- 1) Вібраційні, емнісні та інфрачервоні засоби виявлення, які захищають верх огорожі.
- 2) Інфрачервоні та радіопроменеві засоби виявлення, які встановлюють на смугах відчуження.
- 3) Вібраційні засоби виявлення, монтуються на сіткових типах загородження.

Зазвичай в такій послідовності й будуються трьохрубіжні СОП.

На менш важливих об'єктах застосовують лише якийсь один варіант, в рідких випадках два.

До необхідних характеристик вказаних вище варіантів рубежу слід віднести:

- для першого: міцний паркан, відсутність по сусідству дерев та гілок;
- для другого: вирівняна, без ям та горбів смуга відчуження вздовж периметра шириною від 3 до 6 м, відсутність на ній дерев, кущів та високої трави;
- для третього: наявність сіткового типу огорожі, відсутність прилеглих до нього дерев, кущів і високої трави.

Під час формування ПСО необхідно враховувати й наявність воріт/хвірток, дахів та стін будівель, переходів трубопроводів і комунікацій над/під загородженням, водостоки тощо. Для кожного такого випадку необхідним є свій (індивідуальний) підхід до поставленого завдання.

Вибір та використання перспективних засобів виявлення, які застосовуються для охорони загороджених територій або відкритих майданчиків засновано на аналізі їх вразливості, ймовірності виявлення, частоті помилкових спрацювань, маскуванні, надійності та універсальності.

Використання різних видів та типів ЗВ вказує на те, що для забезпечення високої надійності їх функціонування, в охороні периметра кожного з об'єктів слід застосовувати найбільш ефективний, у цих умовах, фізичний принцип виявлення, який покладено в основу роботи того чи іншого засобу виявлення.

Рекомендована література: [1, 8-10].

Запитання для самоконтролю

1. З яких основних заходів формуються етапи проектування СОП об'єкта?
2. На яких критеріях аналізу базується вибір та використання перспективних засобів виявлення для відкритих майданчиків?
3. Назвіть основні групи заводових чинників, які ускладнюють функціонування засобів виявлення.
 4. Особливості організації інтерфейсу та передача сповіщень.
 5. Типові варіанти побудови рубежів.
 6. Чому необхідно обмежувати доступ тварин до зони виявлення?
 7. Чому при проектуванні СОП важливо забезпечити децентралізоване оброблення первинної інформації?
 8. Що являє собою принцип «багатозонності» у функціональній побудові системи охорони периметра?
 9. Як визначається припустимість монтажу ЗВ при частих завадах?
 10. Як фауна впливає на роботу інфрачервоних сповіщувачів?
 11. Яка кількість заводових чинників вважається критичною для СОП?
 12. Який характер носить більшості перешкод?
 13. Яке мінімальне значення ймовірності для виявлення порушника?
 14. Які вимоги висуваються до смуги відчуження для ефективної роботи інфрачервоних та радіопромених засобів?
 15. Які задачі зазвичай вирішують під час організації спільної роботи різних каналів засобів виявлення?
 16. Які кліматичні умови критично впливають на проектування загородження та вибір обладнання?

17. Які об'єкти вважаються «розривами» в огорожі та потребують окремої уваги під час проектування СОП?

18. Які основні вимоги висувають до методологічного підходу під час вибору ЗВ?

19. Які типи засобів виявлення використовують для захисту верхньої частини огорожі?

20. Які характеристики ґрунту піддають аналізу під час огляду місцевості та для чого?

21. Які чинники необхідно враховувати під час вибору радіоканалу для передачі повідомлень на пульт охорони?

22. Якою є рекомендована вартість СОП?

ТЕМА 4. ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗАСОБІВ ВИЯВЛЕННЯ В СИСТЕМАХ ОХОРОНИ ПЕРИМЕТРІВ

План:

4.1 Типові варіанти побудови системи охорони периметрів, яка експлуатується за простих умов.

4.2 Типові варіанти побудови системи охорони периметрів, яка експлуатується за складних умов.

Зазвичай розроблення концептуального проекту СОП об'єкта включає у себе:

- аналіз загроз та моделей порушників;
- виділення на об'єкті охоронних зон;
- визначення конфігурації СОП загалом та її окремих компонент;
- визначення функціональних та технологічних зв'язків як в середині СОП, так і з іншими системами безпеки об'єкта;
- формування різних варіантів побудови СОП;
- оцінювання ефективності варіантів побудови СОП;
- оцінювання вартості варіантів побудови СОП;
- вибір варіанта (варіантів) на основі критерію «ефективність/вартість»;
- підготовку пропозицій включення до технічного завдання створення/модернізацію СОП.

Як бачимо, ключовим моментом у побудові СОП є моделі загроз охоронного об'єкту та самого порушника.

Визначення мети вторгнення на територію об'єкта, моделі найбільш ймовірного типу порушника та найбільш ймовірних сценаріїв його дій дозволяє сформулювати вимоги, які висуваються до інженерно-технічних засобів СОП, під

час реалізації яких можна досягнути її ефективного протистояння існуючим загрозам та забезпечення вимог чинних нормативних документів.

Як правило, до СОП об'єктів високих категорій, критично важливих та небезпечних об'єктів висувають наступні вимоги:

- організація щонайменше двох рубежів охорони об'єкта;
- кожен рубіж охорони повинен складатися не менше ніж із двох фізичних бар'єрів, кожен з яких необхідно обладнати своїми засобами виявлення;
- кожен рубіж повинен включати у себе не менше ніж два типи ЗВ, які працюють на різних фізичних явищах.

4.1 Типові варіанти побудови системи охорони периметрів, яка експлуатується за простих умов

Зазвичай прості умови функціонування СОП припускають наступне:

- відносно площ, на яких розгортаються рубежі охорони, немає жодних обмежень;
- щодо перетину периметру ярами, річками, струмками, болотами, дорогами, мостами, повітряними трубопроводами, водовідвідними спорудами та підземними колекторами, то їх немає;
- на охоронний периметр не впливають лінії електропередач;
- на периметрі відсутні будь-які будівлі;
- відсутність доріг поблизу охоронного периметра;
- рубежі охорони розташовано на рівній поверхні, яка очищена від трави, кущів, дерев та металевих предметів, які здатні формувати собою перешкоду;
- район монтажу СОП – малосніжний.

Не слід забувати й про висоту інженерної огорожі, вона має бути не меншою за 2,5 м.

Зауважимо також й те, що фізичні бар'єри на рубежах охорони будуються заново.

Чутливі елементи засобів виявлення підключаються до блоку обробки сигналів, які, зазвичай, розміщуються в дільничних шафах або герметичному корпусі на фізичному бар'єрі. Окрім цього, в таких шафах розташовують контролери нижнього рівня засобу збору та обробки інформації (ЗЗОІ) й блоки живлення ЗВ.

Відстань між дільничними шафами прийнято визначати за:

- характеристиками ЗЗОІ (допустима відстань між контролерами нижнього рівня);
- допустимою довжиною шлейфа сигналізації;
- щільністю монтажу ЗВ;

– наявністю додаткового обладнання.

Відстань між дільничними шафами становить від 250 до 500 м.

Магістральні лінії зв'язку, які формуються між контролерами нижнього та верхнього рівня, та проходять вздовж стежки для обходу периметра, укладають в короба (лотки).

Варіанти розташування елементів СОП на рубежі охорони подано на рисунку 4.1 та 4.2.

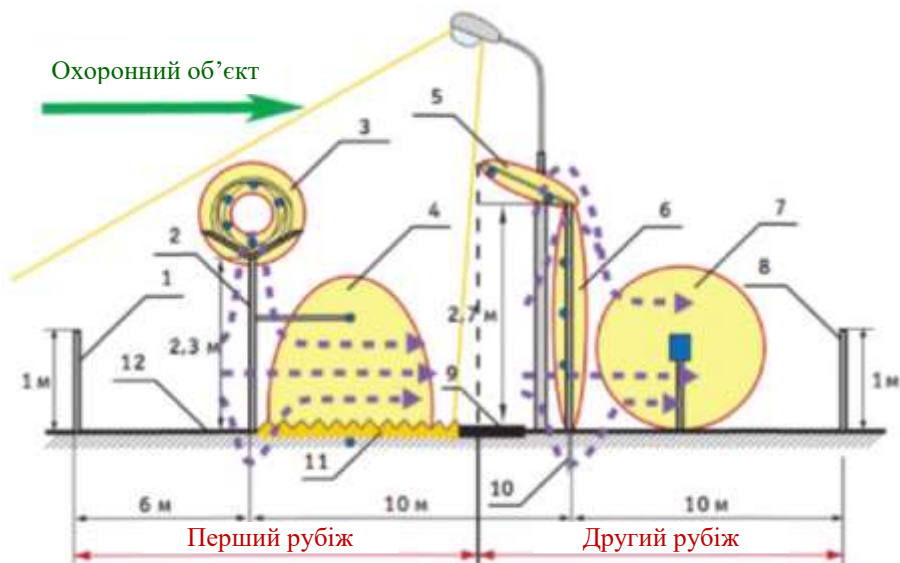


Рисунок 4.1 – Варіант побудови фрагмента СОП, яка призначена для функціонування у простих умовах:

- 1 – зовнішнє попереджувальне загородження; 2 – перша (основна) огорожа із V-подібним козирком та об'ємною АКС; 3 – зона виявлення вібраційного трибоелектричного сповіщувача; 4 – зона виявлення провідниковохвильового сповіщувача; 5 – огорожа із похилого козирка та зоною виявлення емнісного сповіщувача; 6 – друга (основна) огорожа та зона виявлення трибоелектричного засобу виявлення; 7 – зона виявлення двохпозиційного радіохвильового засобу виявлення; 8 – внутрішнє попереджувальне загородження; 9 – оглядова стежка; 10 – протипідкопне загородження; 11 – контрольню-слідова смуга; 12 – зона відчуження

Дільничні шафи, здебільшого, використовують для:

– розміщення приладів та джерел живлення в умовах відкритої місцевості;

- забезпечення пило- та вологозахисту;
- термоізоляції;
- контролю несанкціонованого розкриття/зламування;
- кросування обладнання, грозо- та блискавкозахисту.

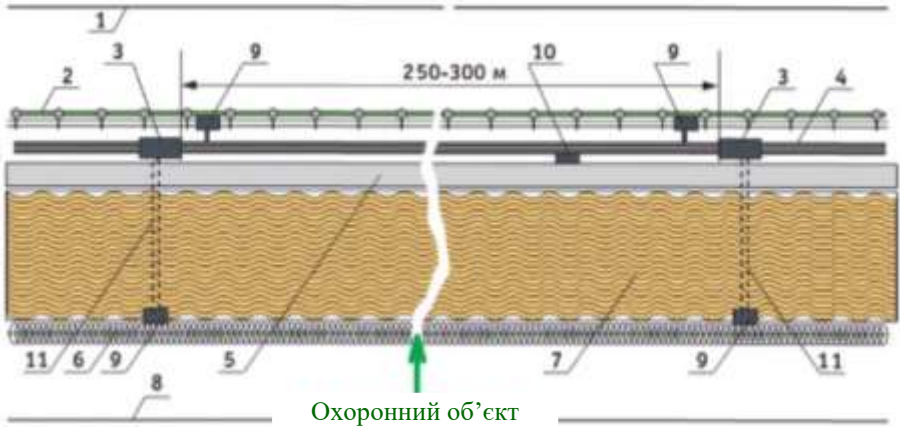


Рисунок 4.2 – Варіант розташування елементів СОП на охоронному рубежі:
 1 – внутрішнє попереджувальне загородження; 2 – друга (основна) огорожа;
 3 – дільнична шафа; 4 – лоток із магістральною лінією зв'язку; 5 – оглядова стежка; 6 – перша (основна) огорожа; 7 – контрольно-слідова смуга;
 8 – зовнішнє попереджувальне огородження; 9 – блок обробки сигналів засобу виявлення; 10 – ручний сповіщувач; 11 – шлейф сигналізації

4.2 Типові варіанти побудови системи охорони периметрів, яка експлуатується за складних умов

Можливі варіанти побудови охоронних рубежів об'єкта за наявності чинників природного походження, які ускладнюють функціонування СОП, подано нижче.

4.2.1 Горбиста місцевість

У цьому випадку замість двохпозиційного радіопроменевого засобу виявлення доцільно застосувати засіб виявлення, який працює за принципом «лінії витікаючої хвилі» із подальшим розташуванням його чутливого елемента в ґрунті.

Кабельна лінія, а разом з нею й зона виявлення, здатні повторювати вигини рельєфу місцевості в горизонтальній та вертикальній площинах, що дозволяє застосовувати ЗВ типу «лінії витікаючої хвилі» на горбистій місцевості.

Фрагмент СОП подано на рисунку 4.3.

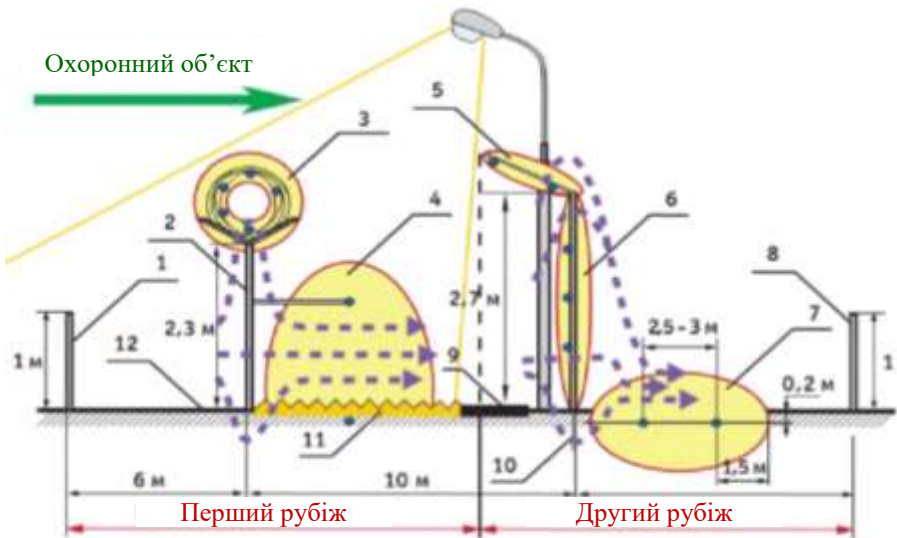


Рисунок 4.3 – Варіант розміщення елементів СОП на охоронному рубежі:
1 – внутрішнє попереджувальне загородження; 2 – перша (основна) огорожа;
3 – зона виявлення вібраційного трибоелектричного сповіщувача; 4 – зона виявлення провідниковохвильового сповіщувача; 5 – огорожа із похилого козирка та зоною виявлення емнісного сповіщувача; 6 – друга (основна) огорожа та зона виявлення трибоелектричного засобу виявлення; 7 – зона виявлення засобу виявлення, який працює за принципом «лінії витікаючої хвилі»;
8 – внутрішнє попереджувальне загородження; 9 – оглядова стежка;
10 – протипідкопне загородження; 11 – контрольнo-слідова смуга;
12 – зона відчуження

4.2.2 Нерівномірна структура та щільність ґрунту

Цей чинник враховують для:

- організації рубежів СОП із використанням сейсмічних засобів виявлення;
- побудови фундаментів огорожі;
- створення контрольнo-слідової смуги (за наявності ділянок з дуже твердим ґрунтом (скельні породи) – проводиться насипання КСС привозним ґрунтом).

Щодо організації охорони водних периметрів, то тут використовують:

- у якості фізичних бар'єрів – бонові загородження;
- у якості підводних ЗВ – гідроакустичні та магнітометричні сповіщувачі;
- у якості надводні ЗВ – берегові радіолокаційні системи міліметрового або сантиметрового діапазону довжин хвиль, оптикоелектронні засоби виявлення, телевізійні системи або їх комбінування.

4.2.3 Перетин периметра природними утвореннями (заболочені ділянки)

Як заболочену варто розглядати ділянку місцевості, яка складається із суміші ґрунту та води (можлива наявність верхнього шару води глибиною до 0,5 м), яка, зазвичай має:

- низьку щільність у теплу пору року: не дозволяє застосовувати сейсмічні ЗВ та не дозволяє порушнику вільно пересуватись без використання технічних засобів або значно зменшує швидкість його руху;

- високу щільність (лід, замерзлий ґрунт) в холодну пору року: не обмежує пересування порушника, наявною є рівна поверхня.

В цьому випадку порушник може проникнути наступними шляхами:

- під поверхнею води;
- над поверхнею води;
- по льоду;
- під льодом (залежно від глибини промерзання).

Для перекривання цих шляхів проникнення необхідно:

1) Усунути (за можливістю) місця перетину охоронних меж заболоченими ділянками:

- вибір альтернативних місць для будівництва охоронних рубежів;
- переміщення охоронних рубежів із заболочених ділянок;
- ліквідація заболоченої ділянки шляхом її осушування та засипання.

2) Побудувати охоронні межі на заболоченій місцевості:

- у теплу пору року: застосовувати натяжний сповіщувач для виявлення порушника під поверхнею води, а двохпозиційну радіолокаційну систему виявлення – виявлення порушника над поверхнею води;

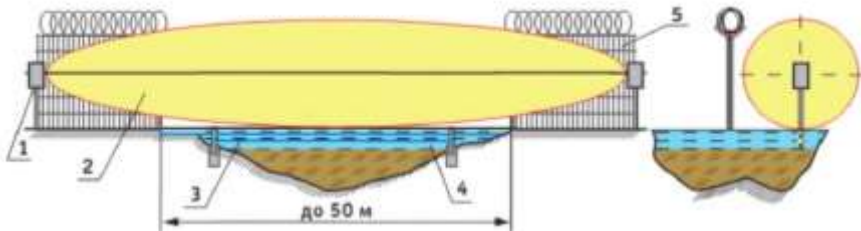
- в холодну пору року: застосовувати двохпозиційну рідіохвильову систему виявлення для виявлення порушника над поверхнею льоду, а натяжний сповіщувач – виявлення порушника під поверхнею льоду; у якості фізичного бар'єру доцільно використовувати переносне інженерне загородження, при цьому ньому можна монтувати чутливі елементи вібраційних сповіщувачів.

Варіант побудови фрагмента СОП у різні пори року, яка захищає місце перетину периметра заболоченою ділянкою, подано на рисунку 4.4.

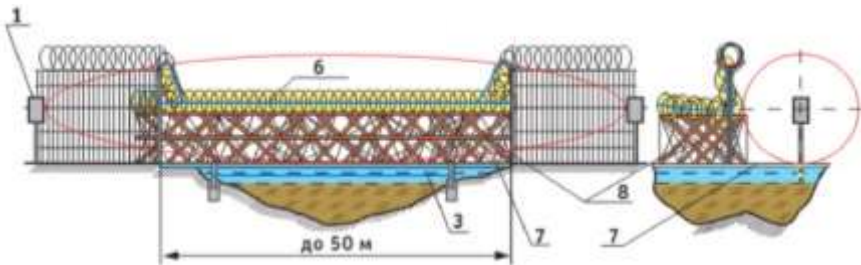
4.2.4 Річки, які перетинають периметр охоронного об'єкта

Річки, які перетинають периметр охоронного об'єкта, формують перед проєктянтом СОП певні труднощі, що полягають у створенні фізичного захисту об'єкта та її рубежів. До особливостей, які здатні ускладнити функціонування системи охорони периметра варто віднести:

- зміна щільності середовища залежно від сезоннокліматичних умов (вода, вода та лід);
- зміна рівня поверхні води, яка залежить від погодних чи сезонних умов (паводок);
- агресивне водне середовище, яке призводить до корозії металів;
- обмеження номенклатури засобів виявлення за наступних випадків: діелектрична проникність води (близька до живого організму); обмеження поширення радіохвиль; обмежена видимість; «неспокійність» поверхні води; висока щільність водного середовища, яка здатна створювати високі механічні навантаження на елементи конструкції.



а)



б)

Рисунок 4.4 – Варіант побудови фрагмента СОП, яка захищає місце перетину периметра заболоченою ділянкою:

- а) – тепла пора року; б) – холодна пора року; 1 – двохпозиційний радіохвильовий засіб виявлення; 2 – зона виявлення двохпозиційного радіохвильового ЗВ;

3 – сповіщувач натяжного типу; 4 – шар води; 5 – основна огорожа; 6 – зона виявлення трибоелектричного засобу виявлення; 7 – лід; 8 – переносне інженерне загородження

До найбільш можливих типових рішень щодо створення елементів СОП під час перетину рубежів охорони периметра річкою відносять:

1) Будівництво мосту через річку, з метою створення надводних рубежів охорони.

2) Дно річки, у місці перетину наземних рубежів охорони, викладають бетонними плитами, для запобігання можливим підкопам або вимивання ґрунту на охоронному рубежі.

3) Створення підводних фізичних бар'єрів.

Підводні фізичні бар'єри, як правило, виконують у вигляді сукупності послідовно встановлених сталевих решіток діаметром прута (або труб) від 10 до 30 мм (сторона вічка не більше 200 мм).

Для пропускання льоду та сміття під час повені секції ґрат необхідно зробити підйомними. Положення ґрат контролюється за допомогою магнітоконтактних сповіщувачів.

4) Створення підводних рубежів охоронної сигналізації.

Для створення підводних рубежів охоронної сигналізації найчастіше використовують наступні типи ЗВ:

- магнітометричні;
- гідроакустичні;
- вібраційні (чутливий елемент розташовується в трубах, з яких формується решітка).

Можливим є ще одне виконання – решітка, виконана із труб, через які пропускають ізольований кабель. Під час перепилювання або відгинання елементів решітки такий засіб виявлення буде спрацьовувати уже, як контактний давач.

Варіант побудови фрагмента фізичного бар'єру, який здатний захистити місце перетину периметра річкою, наведено на рисунку 4.5

4.2.5 Перекриття каналу проникнення порушника яром

Для перекриття каналу проникнення порушника яром необхідно:

- 1) Усунути перетин межі охорони об'єкта яром за рахунок:
 - вибору місця будівництва охоронних рубежів;
 - переміщення охоронних рубежів з яру;
 - ліквідування ділянки яру, яка перетинає рубежі охорони об'єкта, шляхом засипання його відповідними матеріалами (щєбінь, гравій, пісок тощо).
- 2) Побудова охоронних рубежів, які проходять дном яру.

Варіанти побудови фізичних бар'єрів та оснащення їх рубежами охоронної сигналізації можуть відрізнятися між собою, в залежності від:

- розмірів яру (глибина, ширина, кути нахилу схилів тощо);
- стану ґрунту на дні та схилах яру (щільність, рухливість, наявність струмків, водотоків тощо);
- наявності рослинності та шляхів міграції тварин;
- впливи сезонних чинників (вітри, тумани, дощі, снігові замети тощо).

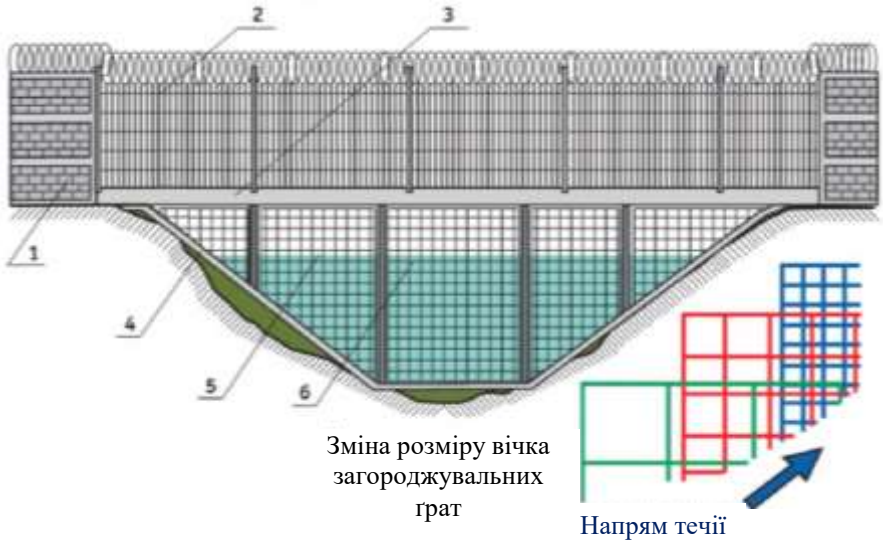


Рисунок 4.5 – Варіант побудови фрагмента СОП, який захищає місце перетину периметра з річкою:

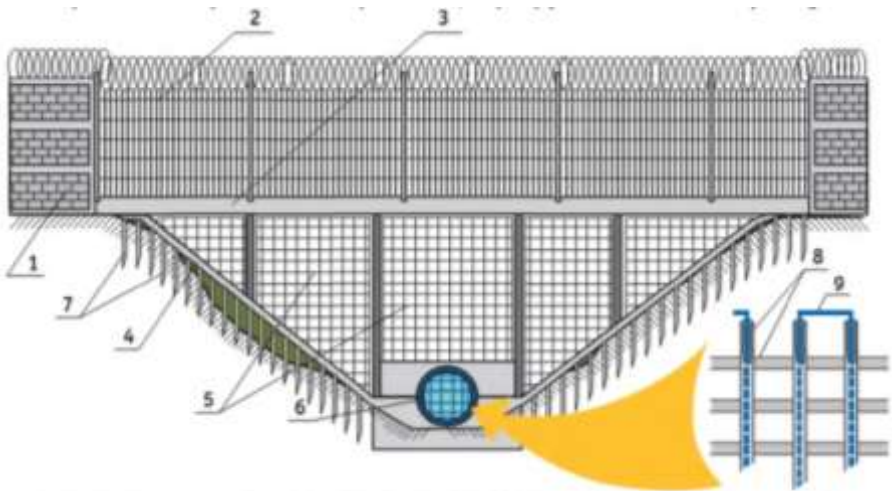
- 1 – основне загородження; 2 – верхня огорожа; 3 – міст; 4 – бетонні плити;
- 5 – рівень води; 6 – загороджувальні ґрати

Окрім цього, під час побудови рубежів охорони, які перетинаються яром, необхідно вирішувати питання які пов'язані із освітленням периметра в нічний час, безпечного проходу охорони під час огляду схилів, своєчасного доставлення оперативної групи, до місця проникнення, для затримання порушника тощо.

Варіант побудови фрагмента СОП, який захищає місце перетину периметра нешироким яром, наведено на рисунку 4.6.

За своєю структурою він може нагадувати аналогічний фрагменту СОП, яка захищає місце перетину периметра річкою (каналом), та відрізнятися:

- замість перегороджувальних ґрат використовують фрагменти основного загородження (транспаранти);
- на дні яру, зазвичай, планують водосток, який обов'язково захищають



решіткою, яка охороняється за допомогою вібраційних ЗВ.

Рисунок 4.6 – Варіант побудови фрагмента СОП, який захищає місце перетину периметра нешироким яром:

- 1 – основне загородження; 2 – верхня огорожа; 3 – міст; 4 – бетонні плити;
- 5 – фрагменти основного транспарантноі огорожі; 6 – водостік, який захищено ґратами; 7 – протипідкопна огорожа; 8 – труби, які «прошнуровано» трибоелектричним кабелем; 9 – трибоелектричний кабель

Рекомендована література: [1, 2, 6-9].

Заяпитання для самоконтролю

1. Від яких чинників залежить відстань між дільничними шафами?
2. З яких міркувань, під час проектування СОП, враховують нерівномірну структуру та щільність ґрунту?
3. За яким критерієм здійснюють остаточний вибір варіанта побудови СОП?
4. Назвіть функції дільничних шаф.
5. Чому важливим є визначення моделі порушника та сценарію його дій перед проектуванням системи?
6. Чому заболочена ділянка становить особливу небезпеку в холодну пору року?

7. Що є ключовим моментом під час побудови СОП?
8. Як конструктивно виконують підводні фізичні бар'єри та як контролюють їх цілісність?
9. Який тип засобу виявлення доцільно використовувати на горбистій місцевості і чому?
10. Яким чином забезпечують захист від підкопу або вимивання ґрунту в місці перетину периметра річкою?
11. Які варіанти усунення каналу проникнення на охоронний об'єкт яром?
12. Які вимоги прийнято висувати до охоронних систем на об'єктах високих категорій та критично важливих об'єктах?
13. Які засоби виявлення та фізичні бар'єри використовують для охорони водних периметрів?
14. Які основні етапи включає у себе розроблення концептуального проекту системи охорони периметра?
15. Які типи сповіщувачів є рекомендованими для захисту заболочених ділянок у різні пори року?
16. Які умови функціонування СОП вважаються «простими»?
17. Які чинники ускладнюють функціонування СОП в місцях перетину периметра річкою?
18. Якою має бути мінімальна висота інженерної огорожі?

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Bace, R., Mel, P. Intrusion Detection Systems. URL: <https://surl.li/effqgz> (дата звернення 07.09.2025).
2. Design and Evaluation of Physical Protection. URL: <https://surl.li/xosdlc> (дата звернення 07.09.2025).
3. Fundamentals of Detection Systems in Physical Security. URL: <https://rcmp.ca/sites/default/files/doc/gcpsg-gsmgc-021-eng.pdf> (дата звернення 07.09.2025).
4. Guide Perimeter Intrusion Detection Systems. URL: <https://surl.li/atdxpa> (дата звернення 07.09.2025).
5. Guide Perimeter Intrusion Detection Systems. URL: <https://surl.li/ljaibh> (дата звернення 07.09.2025).
6. Lohani, D., Crispim-Junior, C. F., Barthélemy, Q., Bertrand, S., Robinault, L., Tougne, L. Perimeter Intrusion Detection by Video Surveillance: A Survey. URL: <https://hal.science/hal-03693500v1/file/main.pdf> (дата звернення 07.09.2025).
7. Northcutt, S., Zeltser, L., Winters, S., Kent, K., Ritchey, R. W. Inside Network Perimeter Security. URL: <https://surl.li/vevttx> (дата звернення 07.09.2025).
8. Perimeter Security Sensor Technologies : Handbook. URL: <https://surl.li/dshhyu> (дата звернення 07.09.2025).
9. Physical Security Systems Assessment Guide. URL: <https://surl.li/icyrpg> (дата звернення 07.09.2025).
10. Scarfone, K., Mell, P. Guide to Intrusion Detection and Prevention Systems. URL: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/legacy/sp/nistspecialpublication800-94.pdf> (дата звернення 07.09.2025).

Системи охорони периметрів: конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Інформаційні системи та технології охорони і безпеки» галузі знань 12 (F) Інформаційні технології спеціальності 126 (F6) Інформаційні системи та технології денної та заочної форм навчання / уклад. О. Л. Кайдик, Т. В. Терлецький. Луцьк : ЛНТУ, 2026. 92 с.

Комп'ютерний набір та верстка: О. Л. Кайдик.

Редактор: в авторській редакції.

Підп. до друку «__» _____ 2026 р.

Формат 60x84/16. Папір офс. Гарн. Таймс.

Ум. друк. арк. 5,75. Обл. – вид. арк. 5,4.

Тираж 50 прим. Зам. _____.

Луцький національний технічний університет
43018 м. Луцьк, вул. Львівська, 75