

## ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ СИСТЕМ ОХОРОННОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ

© Погребенник В.Д., Політило Р.В., 2008

**Розглянуто принципи побудови систем охоронної сигналізації, особливості та способи застосування сучасних охоронних сповіщувачів, наведено їхню класифікацію; пропонується перелік вимог та завдань, які повинні враховуватись під час проектування та створення таких систем.**

**Principles of construction of the systems of the protective signaling, features and methods of application of modern protective sensors are considered, their classification is made; the list of requirements and tasks which must be taken into account at planning and creation of such systems is offered.**

**Вступ.** Характерною особливістю останнього часу стало питання забезпечення безпеки у сучасному суспільстві. Це проблема є однією з найголовніших та найважливіших для кожного з нас. Напевне, кожен серйозно задумувався над питанням власної безпеки та безпеки свого майна, квартири, офісу тощо. Проте вимоги до рівнів забезпечення цієї безпеки та способів їхньої реалізації звичайно є різними. Проблема фізичного захисту об'єктів, як не дивно, дійсно посідає чільне місце у нашому житті. Реалізація фізичного захисту дасть змогу уникнути різноманітних несанкціонованих проникнень на контрольований об'єкт, крадіжок важливих матеріалів та взагалі забезпечити надійний захист такого об'єкта. Розв'язання цієї задачі можливе тільки за умови грамотного оснащення об'єкта охорони сучасними високонадійними технічними засобами охоронної сигналізації. Звичайно, недостатньо знати, що техніка і система загалом буде працювати задовільно. Необхідна ще і впевненість в тому, що її нелегко буде вивести з ладу. Крім того, варто враховувати залежність надійності системи безпеки від її вартості. У цьому полягає одне з істотних обмежень у виборі методів і засобів охорони.

Охоронна сигналізація може бути автономною, з автоматичним доззвоном та пультова. Основна мета автономної сигналізації – відлякати зловмисників і оповістити про факт проникнення на об'єкт захисту за допомогою сирен. При застосуванні охоронної сигналізації другого типу у разі небезпеки відсилається голосове або текстове повідомлення на телефон власника об'єкта. Але найбільший ефект від охоронної сигналізації досягається при її під'єднанні на пульт позавідомчої охоронної служби або на пульт централізованого спостереження приватного охоронного підприємства.

Для знімання інформації про стан контрольованого об'єкта, що підлягає захисту, використовують сенсори, а в як основний, базовий блок – контрольні панелі, на які виводиться вся інформація від сенсорів через канали зв'язку.

Сенсор – це пристрій, що встановлюється на об'єкті охорони, який безпосередньо сприймає інформацію про стан об'єкта і перетворює її на величину, зручну для передавання каналом зв'язку. Особливістю сенсорів охоронної сигналізації є реєстрація, переважно, неелектричних величин, що є дуже складним завданням при забезпеченні високої надійності та достовірності контролю [1].

У системах охоронної сигналізації використовуються сенсори таких типів: пасивні інфрачервоні сенсори руху; розбиття скла; активні інфрачервоні сенсори руху і присутності; фотоелектричні; мікрохвильові; ультразвукові; вібросенсори; магнітні (герконові); шлейфи тощо.

**Мета роботи** – здійснити класифікацію сучасних охоронних сповіщувачів та розглянути принципи побудови і функціонування найпоширеніших та застосовуваних сьогодні сенсорів охоронної сигналізації.

Сьогодні ринок технічних засобів охорони пропонує великий вибір різноманітних пристроїв, які поділяють за типом, за фізичним принципом дії, за принципом небезпечних подій тощо. Окрім цього, більшість охоронних систем дуже дорогі, а конструкції та якість виготовлення не відповідають вимогам. Тому потрібно оцінити переваги і недоліки та вибрати такі засоби, які б забезпечили надійний рівень захисту об'єкта. Щоб здійснити такий аналіз, потрібно знати, на яких принципах ґрунтується робота охоронних систем та які методи використовуються у їхній роботі. Виконаємо класифікацію сучасних охоронних сповіщувачів (див. табл. 1) [3].

Таблиця 1

### Класифікація охоронних сповіщувачів

За типом сповіщувача	Пасивні сповіщувачі	Не є джерелами хвиль різної фізичної природи
	Активні сповіщувачі	Є джерелами хвиль різної фізичної природи
	Комбіновані сповіщувачі	Комбінація активного та пасивного режиму роботи в одному пристрої
За фізичним принципом дії випромінювача	Інфрачервоні сповіщувачі	Виявляють теплове (інфрачервоне) випромінювання рухомого об'єкта
	Ультразвукові сповіщувачі	Випромінюють ультразвукові коливання і приймають сигнал, відбитий від рухомого об'єкта
	Радіохвильові сповіщувачі	Випромінюють ультракороткохвильове коливання і приймають сигнал, відбитий від рухомого об'єкта
	Барометричні сповіщувачі	Формують сигнал тривоги у разі стрибкоподібної зміни атмосферного тиску у приміщенні, що захищається
За фізичним принципом дії випромінювача	Акустичні сповіщувачі	Формують сигнал тривоги при реєстрації у приміщенні характерного звуку
	Сейсмічні сповіщувачі	Формують сигнал тривоги у разі реєстрації в конструкції характерних коливань, що виникають при руйнуванні перешкоди відомими способами та інструментами
	Інерційні сповіщувачі	Формують сигнал тривоги з використанням інерційних властивостей предметів (похитування, поштовхи)
	П'єзоелектричні сповіщувачі	Використовують властивість наведення різниці потенціалів на протилежних сторонах п'єзоелектричного кристала при його деформації
	Магнітноконтактні сповіщувачі	Формують сигнал тривоги при розмиканні геркону внаслідок віддалення від нього магнітного елемента
	Електроконтактні сповіщувачі	Формують сигнал тривоги при розмиканні електричного контакту
	Комбіновані сповіщувачі	Поєднують два або більше фізичних принципів дії (інфрачервоний і ультразвуковий; ультразвуковий та радіохвильовий; акустичний та магнітно-контактний тощо)

За типом виявлених небезпечних подій	На рух	Інфрачервоні активні та пасивні, радіохвильові лінійні та об'ємні, ультразвукові
	На відкриття	Магнітноконтактні, барометричні
	На розбиття скла	Акустичні, ударно-контактні, електроконтактні
	На приближення	Ємнісні
	На вібрацію	Сейсмічні, вібраційні
За способом передавання даних	Провідні	
	Безпровідні (радіоканальні)	
За наявністю маскування	Маскувальні	
	Немаскувальні	

Ультразвукові і радіохвильові сповіщувачі зараховують до активних, а всі інші – до пасивного типу сповіщувачів. Окрім вказаних, існують також сповіщувачі, що використовують інші фізичні принципи дії: ємнісні, індуктивні, електромагнітні тощо.

Сьогодні великого поширення набули охоронні сповіщувачі для захисту периметра та приміщень об'єктів, що охороняються. Звичайно кожен з таких сповіщувачів має певні переваги та недоліки і це багато в чому визначається умовами встановлення та експлуатації.

Для розроблення систем охоронної сигналізації з підвищеною надійністю роботи потрібно забезпечити виконання таких вимог та завдань, що ставляться до них [9]:

- максимальна повнота захоплення контрольованої зони;
- мінімальна ймовірність невиявленого обходу перешкоди зловмисником;
- достатні вибірковість та чутливість до присутності, руху та інших дій зловмисника;
- можливість виключення “мертвих” зон і простота розміщення сповіщувачів;
- висока надійність роботи у заданих кліматичних умовах;
- стійкість до природних випадкових завад;
- задовільний час виявлення зловмисника;
- простота і надійність конструкції;
- достатньо швидка і точна діагностика місця проникнення;
- можливість централізованого контролю подій;
- прийнятна ціна.

Розглянемо принципи побудови і функціонування найпоширеніших сьогодні сенсорів охоронної сигналізації.

**Детектори руху і присутності.** Найбільшого поширення серед детекторів руху набули інфрачервоні сенсори руху та присутності. Бувають сенсори двох видів – активні та пасивні. **Активні інфрачервоні (АІЧ) сенсори** призначені переважно для охорони зовнішніх периметрів об'єктів, що охороняються, і складаються з інфрачервоного (ІЧ) випромінювача та приймача. Принцип дії такого сенсора ґрунтується на формуванні випромінювачем імпульсного ІЧ випромінювання, яке уловлюється приймачем. У момент перетину порушником ланки, що охороняється, ІЧ випромінювання не потрапляє на приймач і спрацьовує сигнал тривоги. Для зменшення кількості хибних спрацювань застосовують більше ніж один ІЧ промінь, внаслідок чого формування сигналу тривоги відбувається тільки при одночасному перетині всіх променів [3].

**Пасивні інфрачервоні сенсори (ПІЧ)** руху дають змогу виявляти проникнення людини в контрольовану зону за допомогою реєстрації зміни інтенсивності інфрачервоного випромінювання, що приймається, від рухомого об'єкта, а також виникнення пожежі. Ці сенсори використовуються для блокування підступів до ділянок, що охороняються, в закритих опалювальних і неопалюваних

приміщеннях [1]. Сенсори відрізняються переважно формою зони чутливості і стійкістю до помилкових спрацювань. Зона чутливості сенсорів для систем охоронної сигналізації є сектором (90°-110°). У технічному описі сенсорів наводяться діаграми, які наочно демонструють зони чутливості сенсорів. Проте діаграма сповіщувача може бути змінена використанням змінних лінз Френеля, що додаються до сенсора, або накладки, які перекривають частину чутливого елемента сенсора. У простих пасивних інфрачервоних сенсорах опрацювання сигналу здійснюється аналоговими методами, в складніших – цифровими за допомогою вбудованого процесора. ППЧ сповіщувачі бувають як настінними, так і такими, що кріпляться до стелі [3].

Як АІЧ, так і ППЧ є надійними та простими в обігу. Проте цю особливість не потрібно переоцінювати, оскільки промені зазвичай розміщуються близько до землі, а не до стелі, де, як правило, збирається дим. Тому необхідно мати на увазі те, що від пилу або диму інфрачервоні системи сигналізації можуть мимоволі вмикатися. Більш того, якщо вони встановлені на вулиці, дощ, листя, кущі або тварини можуть спровокувати їхнє увімкнення [4].

**Ультразвукові сенсори.** Сенсори ультразвукової системи охоронної сигналізації призначені для охорони закритих приміщень і видають сигнал тривоги як у разі появи порушника, так і у разі виникнення пожежі. Принцип їхньої дії заснований на реєстрації зміни ультразвукового поля, викликаного появою в приміщенні людини або виникнення пожежі. Вони характеризуються високою чутливістю, але і високим рівнем хибних спрацювань, наприклад, якщо порушник дуже повільно переміщується, то він може обійти систему сигналізації. Окрім цього, деякі матеріали поглинають звук і, якщо об'єкт, що охороняється, містить багато предметів, виготовлених з такого матеріалу, або великогабаритні предмети, то вони обмежують дію такого сенсора, створюючи ділянки екранування ("мертві зони"), в яких сенсор не реагує на рух порушника, а це, своєю чергою, створить труднощі у використанні системи. Налаштування таких сенсорів залежить від зміни навколишнього середовища, наприклад, повітряні потоки, що створюються кондиціонерами і опалювальними приладами, також можуть призвести до помилкового спрацювання системи сигналізації. Тому ці сенсори здебільшого використовують для охорони об'єктів, малих за об'ємом, наприклад, вітрин, музейних цінностей, салону автомобіля тощо[5].

Таблиця 2

**Технічні характеристики пасивних інфрачервоних та ультразвукових охоронних сповіщувачів**

№ з/п	Характеристика	Тип сповіщувача				
		Пасивні інфрачервоні			Ультразвукові	
	Тип сповіщувача	KX15ED	LC-100PI	GRAPHITE	ЭХО-5	УЗС на PSoC-мікроконтролері
1	Діапазон робочих відстаней, м	до 15	до 15	до 10	до 10	0,1..4÷10
2	Діапазон робочих частот, кГц	–	–	–	30..50	30..50
3	Споживаний струм, мА	11,2..13,2	8..10	11	30	25..55
4	Напруга живлення, В	9..16	8,2..16	12	10,6..15	6..20
5	Час реакції сенсора, с	2	2±0,5	2	0,5	0,25
6	Температурна компенсація	так	так	так	так	так
7	Діапазон робочих температур, °С	-30..+70	-30..+70	-10..+55	0..+50	-25..+75

У найпростішому випадку до складу сенсора входять блок опрацювання сигналу, акустичний випромінювач та акустичний приймач. Як випромінювальний елемент використовується п'єзоелектричний ультразвуковий перетворювач, який перетворює електричну напругу, що виробляється задавальним генератором ультразвукових частот, на акустичні коливання повітря в об'ємі, що охороняється. Чутливим елементом сповіщувача є п'єзоелектричний ультразвуковий приймальний перетворювач акустичних коливань на змінний електричний сигнал. З виходу приймача сигнал надходить у схему блока опрацювання сигналів, яка залежно від закладеного в неї алгоритму формує те або інше повідомлення [6].

Для пристроїв такого типу характерні два принципи дії [7]:

- *перший* принцип дії заснований на інтерференції ультразвукових коливань. У закритому приміщенні простір, контрольований пристроєм, обмежений і в точці розташування приймача формується стійка інтерференційна картина. При проникненні якого-небудь об'єкта у приміщення стійкість інтерференційної картини порушується і формується сигнал тривоги.

- в основі *другого* принципу дії лежить ефект Доплера – зміна частоти у разі взаємного переміщення об'єктів.

У табл. 2 наводяться основні технічні характеристики деяких пасивних інфрачервоних та ультразвукових охоронних сповіщувачів.

**Детектори розбиття скла** призначено для реєстрації навмисного руйнування скляних конструкцій: вікон, вітрин тощо. Вони реагують на звук розбиття скла, аналізуючи спектр звукових шумів у приміщенні. Якщо спектр шуму містить складову, яка збігається зі спектром пошкодженого, розбитого скла, то сенсор спрацьовує і видається сигнал тривоги. До складу цих сенсорів входять мікрофон і блок опрацювання сигналів [3]. Такі сенсори можуть охороняти скляні конструкції площею, що не перевищує 10 м<sup>2</sup>. Існують також двопорогові сенсори розбиття скла, які крім реєстрації безпосередньо звуку розбиття скла, реагують на удар по склу. Отже, реєструючи відповідні сигнали, такий сенсор спрацьовує, що свідчить про можливість проникнення зловмисника у приміщення, яке охороняється. Для регулювання чутливості сенсорів розбиття скла використовують так звані імітатори розбивання скла [2].

**Фотоелектричні сенсори** використовуються для захисту внутрішнього та зовнішнього периметра, шляхом безконтактного блокування прольотів, дверей, ліфтів, отворів, коридорів тощо. Конструктивно такі сенсори складаються з передавача та приймача, які розміщують вздовж лінії охорони. Передавач випромінює інфрачервоний сигнал з довжиною хвилі близько 1 мкм, який надходить до приймача сигналу [2]. Під час спроби перетнути систему променів сенсор спрацьовує. Такі сенсори характеризуються високим рівнем надійності та стійкості роботи до впливу зовнішніх чинників. Однією з характерних ознак таких сенсорів є можливість їхньої автономної роботи, за рахунок, наприклад, їхнього оснащення сонячними елементами підзарядки.

**Радіохвильові сенсори** призначено для реєстрації руху у контрольованій зоні. Працюють такі сенсори на частотах близько 10,5 ГГц. Випромінювання та приймання сигналу здійснюється за допомогою однієї антени [7]. Принцип дії заснований:

- на випромінюванні сигналу надвисокої частоти і прийомі відображеного сигналу, частота якого змінюється при русі порушника (ефект Доплера);

- на інтерференції радіохвиль сантиметрового діапазону, що випромінюється сенсором.

У плані охорони внутрішніх приміщень їхні характеристики аналогічні до характеристик вищеперелічених сенсорів, проте радіохвильові сенсори коштують значно більше та мають нижчу стійкість до помилкових спрацьовувань. Тривала дія випромінювання сенсора є шкідливою для здоров'я [3]. При охороні зовнішнього периметра сенсори цієї групи поступаються за своїми характеристиками активним інфрачервоним сенсорам.

**Вібросенсори** призначено для виявлення навмисного пошкодження різних будівельних конструкцій: бетонних стін і перекриттів, цегляних стін, дерев'яних (рами і двері) і стельових покриттів, а також сейфів і металевих шаф. Сенсори цього типу є контактними вимикачами різних видів, які сполучені або послідовно, або паралельно. Такі сенсори кріпляться на стовпах або сітках огорож і спрацьовують від гойдань, струсів або вібрацій. Принцип їхньої дії заснований на

п'єзоефекті або ефекті електромагнітної індукції, коли постійний магніт переміщається уздовж обмотки котушки і тим самим наводить в ній змінний струм [7]. Електричний сигнал, пропорційний до рівня вібрації, підсилюють і опрацьовують схемою сповіщувача за певним алгоритмом, щоб відокремити руйнівну дію від сигналу завади. Як правило, у таких сенсорах використовують мікропроцесори для опрацювання сигналів від контактних вимикачів та формування сигналу тривоги. Відрізняються такі сенсори низькою вартістю і високим рівнем помилкових спрацьовувань [6]. У вітчизняній і зарубіжній літературі залежно від технічної реалізації такі сенсори називають електромагнітними, магніторезонансними.

**Магнітоконтактні сенсори** призначено для реєстрації відкриття дверей і вікон, на яких вони встановлені. Сенсори бувають двох видів: для зовнішнього і прихованого установа. Як правило, їх розміщують у верхній частині дверей або вікна [3]. Вони виконані на основі герконів. Геркони – це герметично запаєні в скляну трубку контакти, які замикаються або розмикаються у разі наближення (віддалення) постійного магніту. Зазвичай магніт кріпиться до рухомої частини дверей або вікна, а геркон до нерухомої. Такі сповіщувачі відрізняються один від іншого типом установа, матеріалом, з якого вони виготовлені, а також величиною робочого зазору, за якого сповіщувач перебуває в режимі очікування. Для підвищення надійності можуть встановлюватись по два сенсори, сполучені послідовно. Під'єднуються такі сенсори до охоронної сигналізації за допомогою дротяного шлейфу [8].

**Сейсмічні сенсори** (геофони) широко використовуються для охорони периметрів територій і будівель. Встановлюються такі сенсори приховано у ґрунт, під поверхні стін і будівельних конструкцій [6]. Формують сигнал тривоги при реєстрації коливання ґрунту від хвиль звукового діапазону частот, збуджених на поверхні землі, і відбитих від порід, що залягають на різних глибинах під землею чи характерних коливань в конструкціях при спробі їхнього руйнування. Геофони володіють надзвичайно високою чутливістю. Їхня чутливість залежить від напрямку джерела коливань. Максимальна чутливість спостерігається у вертикальному напрямі (уздовж осі сенсора), мінімальна чутливість – у перпендикулярному до осі напрямі [8]. Нині виготовляються два види сенсорів цього типу. Перший, рідинний, складається з двох укладених поряд у ґрунт шлангів з рідиною. Спрацьовування таких сенсорів відбувається у разі зміни тиску в одному з шлангів при проходженні порушника. Принцип дії сенсорів другого типу заснований на п'єзоелектричному ефекті, при якому відбувається зміна електричного сигналу у разі тиску на п'єзоелемент. Обидва види сейсмічних сенсорів чутливі до сторонніх вібрацій, що викликаються, наприклад, транспортом, що проїжджає, або сильним вітром.

**Ємнісні сенсори** застосовують для блокування місць можливого проникнення на об'єкт (віконні, дверні отвори), окремих предметів (сейфи, металеві шафи), а також для охорони об'єктів по периметру. Принцип їхньої дії заснований на реєстрації зміни ємності антени, викликаній наближенням до неї якого-небудь предмета. Як антена використовується звичайний дріт, металевий корпус сейфа, шафи, інші металеві предмети [1]. Сповіщувач видає сигнал тривоги при зміні електричної ємності металевого предмета, що охороняється, щодо землі, викликаній наближенням людини до цього предмета [6].

**Електроконтактні сенсори** призначено для реєстрації пошкоджень і руйнування конструкцій, на яких вони закріплені: скляного полотна вікон, дверей, склоблоків тощо в опалюваних і неопалюваних приміщеннях. Їх виготовляють з тонкої алюмінієвої фольги товщиною від 0,008 до 0,04 мм і шириною не більш ніж 12,5 мм. Фольга має клейовий шар. Іноді для тих самих цілей замість фольги використовують тонкий дріт [7]. При руйнуванні конструкції, на яку фольга наклеєна, стрічка рветься і розриває коло протікання електричного струму, внаслідок чого видається сигнал тривоги. Для під'єднання до кола охоронної сигналізації стрічка і провідник затискаються в утримувачі, які клеяться до тієї самої конструкції, що і стрічка [6].

**Барометричні сенсори** призначено для охорони закритих об'ємів приміщень. Сенсор формує сигнал тривоги при стрибкоподібному падінні атмосферного тиску в приміщенні, що охороняється [6]. Стійкий до дії шумів, вібрації, переміщення людей і тварин, не чинить шкідливого впливу на живий організм. Спрацьовує у момент відкриття дверей, вікон, кватирок або при руйнуванні

стіл, стелі, дверей і вікон. Доволі економічний (в деяких сенсорах струм споживання не перевищує 1 мА) [7].

**П'єзоелектричні сенсори.** До цього класу сповіщувачів належать різноманітні сенсори, у яких використовують п'єзоелектричні матеріали, що володіють властивістю наведення різниці потенціалів на протилежних сторонах п'єзоелектричного кристала при його деформації. До п'єзоелектричних належать детектори розбиття скла, сенсори контролю нерухомості встановлених (скульптура) або підвішених (картини) предметів тощо [6].

**Інерційні сенсори.** У сповіщувачах цього типу сигнал тривоги формується з використанням інерційних властивостей предметів і, як правило, при механічній дії на об'єкт, що охороняється. До групи інерційних належать вібраційні й ударно-контактні сенсори, що були вже розглянуті [6].

**Комбіновані сповіщувачі.** Ці сповіщувачі є ефективнішими та надійнішими нині. У них для кращої ефективності роботи використовується одночасно декілька фізичних явищ, що взаємно доповнюють один одного. Виконавши відповідне налаштування, можна отримати сенсор з необхідними конкретними характеристиками. До прикладу, отримати задану чутливість при допустимій вірогідності помилкової тривоги [7]. Здебільшого такі сповіщувачі виконують з двома незалежними виконавчими реле, що відповідають кожному з каналів виявлення. У разі появи порушника у зоні виявлення спрацьовують обидва канали виявлення, при цьому видається сигнал тривоги розмиканням контактів вихідного реле [6].

Очевидно, що з безлічі сучасних охоронних систем неможливо виділити одну, яка була б універсальною і якнайкращою зі всіх аспектів. При виборі і проектуванні системи охорони необхідно враховувати безліч чинників, що безпосередньо впливають на роботу такої системи.

**Висновки.** Розглянуто стан, принципи функціонування, особливості та способи застосування сучасних сенсорів, що використовуються у схемах охоронних сповіщувачів; виконано їхню класифікацію. Для розроблення систем охоронної сигналізації з підвищеною надійністю роботи систематизовано низку завдань, які необхідно враховувати на стадії їхнього проектування та створення.

1. Журавлев С.Ю. *Частная охрана*. – М.: Здоровье народа, 1994. – 270 с. 2. Лаврус В.С. *Охранные системы*. – серия "Информационное издание", 1996. – 125 с. 3. [www.mdsafe.com.ua](http://www.mdsafe.com.ua) Системы охранной сигнализации. 4. [www.wisp.ru](http://www.wisp.ru) Системы сигнализации и замки. 5. Мокренко П.В. *Элементы и приборы физической та электронной охраны объектов*. – Львів:Фенікс, 2000 – 185 с. 6. [www.bez.net.ru](http://www.bez.net.ru) Охранные извещатели. 7. [www.ref.net.ua](http://www.ref.net.ua) Анализ современных оптических ТСО. 8. [www.allbest.ru/referat](http://www.allbest.ru/referat) Системы сигнализации. 9. Мельников В.В. *Защита информации в компьютерных системах*. – М: Финансы и статистика; Электроинформ, 1997. – 368 с.