

## ІНТЕГРАЦІЯ ОХОРОННИХ ДАТЧИКІВ У СИСТЕМИ РОЗУМНОГО БУДИНКУ

**Фомін Назар,**

*здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,  
Приватного вищого навчального закладу  
«Міжнародний економіко-гуманітарний університет  
імені академіка Степана Дем'янчука» (м. Рівне, Україна)*

**Науковий керівник: Лотюк Юрій,**

*кандидат педагогічних наук, завідувач кафедри  
інформаційних систем та обчислювальних методів  
Приватного вищого навчального закладу  
«Міжнародний економіко-гуманітарний університет імені  
академіка Степана Дем'янчука» (м. Рівне, Україна)*

**Анотація.** У статті розглянуто принципи функціонування датчиків у системах охорони житлових об'єктів. Проаналізовано основні типи датчиків, зокрема датчики руху, відкриття, розбиття скла, диму та газу, а також особливості їхньої внутрішньої будови й роботи. Окрему увагу приділено способам передавання сигналу до центральної системи, перевагам і недолікам дротових, бездротових, Bluetooth-, Wi-Fi- та радіоканальних рішень. Показано, що правильний вибір датчиків і технологій зв'язку підвищує ефективність охоронної системи та розширює можливості її інтеграції з платформами «розумного будинку».

**Ключові слова:** охоронні датчики, система охорони, датчик руху, датчик диму, датчик газу, датчик відкриття, передавання сигналу, бездротові датчики, радіоканал, розумний будинок.

**Abstract.** The article examines the principles of operation of sensors used in residential security systems. The main types of sensors, including motion, door/window opening, glass-break, smoke, and gas sensors, are analyzed together with the features of their internal structure and functioning. Particular attention is paid to signal transmission methods to the central control unit, as well as the advantages and limitations of wired, wireless, Bluetooth, Wi-Fi, and radio-channel solutions. It is shown that the proper selection of sensors and communication technologies improves the efficiency of security systems and expands their integration capabilities within smart home platforms.

**Keywords:** security sensors, security system, motion sensor, smoke sensor, gas sensor, door opening sensor, signal transmission, wireless sensors, radio channel, smart home.

Сучасні системи безпеки будинків і квартир використовують різні типи датчиків, які дозволяють виявляти несанкціоноване проникнення, пожежу або інші небезпечні ситуації. Основним завданням таких датчиків є своєчасне виявлення змін у навколишньому середовищі та передача сигналу до центрального блоку сигналізації. Після отримання сигналу система може увімкнути сирену, відправити повідомлення власнику або передати інформацію до охоронної служби.

Будь-яка охоронна система складається з декількох основних елементів: датчиків, центрального контролера (або панелі сигналізації), засобів оповіщення та іноді мобільного додатку для керування. Датчики встановлюються у місцях, де можливе проникнення або виникнення небезпеки: біля дверей, вікон, у кімнатах чи технічних приміщеннях.

Коли датчик фіксує певну подію (рух, відкриття дверей, звук розбитого скла, дим тощо), він передає сигнал на центральний контролер. Контролер аналізує інформацію і, якщо подія відповідає умовам тривоги, активує систему оповіщення. Це може бути гучна сирена, повідомлення на смартфон або сигнал до служби охорони.

Першим і найважливішим компонентом датчика є чутливий елемент або сенсор. Саме він реагує на зміни в навколишньому середовищі. Тип сенсора залежить від призначення датчика. Наприклад, у датчиках руху використовується інфрачервоний сенсор, який реагує на теплове випромінювання людини. У датчиках відкриття дверей або вікон застосовується геркон разом із магнітом, що дозволяє визначити момент відкриття. Датчики диму використовують оптичні сенсори, які реагують на частинки диму в повітрі, а датчики газу містять спеціальні хімічні сенсори, здатні визначати концентрацію газу.

Другим важливим елементом є електронна плата, на якій розміщені мікросхеми та інші електронні компоненти. Вона виконує роль керуючого модуля датчика. Електронна плата приймає сигнал від сенсора, обробляє його, аналізує отримані дані та визначає, чи є зафіксована зміна небезпечною. У випадку підтвердження загрози плата формує сигнал тривоги.

Наступною складовою частиною датчика є модуль передачі сигналу. Його завдання полягає у передачі інформації до центральної панелі сигналізації. У різних системах передача сигналу може здійснюватися через дротове з'єднання або за допомогою бездротового радіоканалу. У бездротових датчиках для цього використовується спеціальний радіомодуль та антена.

Ще одним важливим елементом є джерело живлення. Для роботи електронних компонентів датчика необхідна електроенергія. У деяких системах датчики живляться від електричної мережі через кабель, проте в сучасних бездротових системах найчастіше використовуються батареї

або акумулятори. Завдяки низькому споживанню енергії такі датчики можуть працювати автономно протягом кількох років.

Дротові та бездротові датчики можуть використовувати різні технології зв'язку з базовим модулем, наприклад Bluetooth, Wi-Fi або радіоканал.

Дротові датчики підключаються до центральної панелі сигналізації за допомогою кабелів. Передача сигналу відбувається через електричний провід, що забезпечує стабільний і надійний зв'язок.

Основною перевагою дротових систем є їхня висока надійність та захищеність від перешкод. Крім того, такі датчики не потребують батарейок, оскільки живляться від центральної системи. Однак встановлення дротових датчиків часто потребує прокладання кабелів у стінах, що може ускладнювати монтаж, особливо у вже готових приміщеннях.

Бездротові датчики передають сигнал до центрального блоку за допомогою радіосигналу. Вони працюють від батарейок або акумуляторів і не потребують прокладання кабелів, що значно спрощує їх встановлення.

Перевагою таких датчиків є мобільність та простота монтажу. Їх можна швидко встановити або перенести в інше місце. Саме тому бездротові системи сьогодні є дуже популярними у приватних будинках і квартирах.

Деякі сучасні датчики використовують технологію Bluetooth для передачі сигналу на центральний пристрій або безпосередньо на смартфон. Такий тип зв'язку характеризується низьким енергоспоживанням і зручністю підключення.

Проблему інтеграції охоронних датчиків у системи розумного будинку розглядають у кількох взаємопов'язаних напрямках. По-перше, узагальнюють архітектуру smart-home екосистем, типові категорії пристроїв безпеки та основні ризики їх використання. Зокрема, інтеграція датчиків руху, камер, розумних замків і сенсорів середовища підвищує рівень автоматизації та оперативність реагування, але одночасно актуалізує проблеми несанкціонованого доступу, підміни пристроїв, витоку даних і міжплатформної сумісності [1]. Практико-орієнтовані інженерні дослідження демонструють перехід від ізольованих охоронних пристроїв до єдиних IoT-платформ, у яких датчики пожежі, газу, тривоги та інші елементи інтегруються з контролерами, інтерфейсами віддаленого керування і сервісами оповіщення [2].

Значна частина новітніх досліджень зосереджена на кібербезпеці домашніх IoT-мереж. В них проаналізовано вразливості прошивок, атаки brute force, DoS-сценарії, слабкі паролі та несанкціонований доступ до підключених датчиків і хабів, а також обґрунтовано необхідність поєднання шифрування, автентифікації, міжмережевого екранування та систем

виявлення вторгнень [3]. Перспективним напрямом є інтеграція AI-компонентів у системи безпеки розумного будинку, коли дані від сенсорів, камер і мережеских вузлів використовуються для автоматизованого виявлення загроз і адаптивного реагування [4]. Окремі роботи пропонують платформно-незалежний моніторинг smart-home середовищ без модифікації пристроїв, що особливо важливо в умовах фрагментованих екосистем і різномірних протоколів взаємодії [5].

У вітчизняних публікаціях увага приділяється переважно питанням інтеграції компонентів домашньої автоматизації на базі відкритих платформ, формальному моделюванню IoT-інфраструктури та побудові сценарно-керованих засобів безпеки. Зокрема, показано можливості Home Assistant, ESPHome, Docker, VPN та firewall-рішень для безпечного об'єднання пристроїв розумного будинку в єдину систему [6]. Окремий напрям пов'язаний із використанням мереж Петрі для моделювання типових конфігурацій «розумного будинку», де датчики руху, дверні контакти, сервер і контролери розглядаються як елементи єдиної IoT-інфраструктури з подальшим аналізом її надійності та безпеки [7]. Також пропонується інформаційна технологія управління безпекою розумного будинку, що базується на аналізі вразливостей, сценаріях реагування та даних від давачів безпеки, що підтверджує актуальність переходу від простого підключення сенсорів до інтелектуального керування подіями безпеки [8].

Недостатньо опрацьованими залишаються питання комплексної інтеграції різномірних охоронних сенсорів у єдине локально-захищене середовище з урахуванням інтероперабельності, кіберстійкості, енергоефективності та зручності користувацького керування.

Одним із найпоширеніших елементів системи безпеки є датчик руху. Найчастіше використовується так званий інфрачервоний датчик (PIR). Він працює на основі виявлення теплового випромінювання. Усі об'єкти з температурою вище абсолютного нуля випромінюють інфрачервоні хвилі, а людина має значно вищу температуру, ніж більшість предметів у кімнаті.

Всередині такого датчика знаходиться піроелектричний сенсор, який реагує на зміну теплового випромінювання в зоні контролю. Коли людина рухається в кімнаті, її тепло переміщується між різними секторами огляду датчика. Це викликає зміну сигналу, яку електронна схема розпізнає як рух і передає сигнал тривоги.

Магнітні датчики встановлюються на дверях або вікнах і призначені для виявлення їх відкриття. Вони складаються з двох частин: магніту та геркона (герметизованого контакту). Коли двері або вікно закриті, магніт знаходиться поруч із герконом і контакт залишається замкненим. Після відкриття дверей магніт віддаляється, контакт розмикається, і система сигналізації отримує сигнал про можливе проникнення.

Для контролю вікон часто використовуються датчики розбиття скла. Вони працюють на основі аналізу звуку. Усередині такого датчика знаходиться мікрофон і електронний модуль, який розпізнає характерні звукові частоти, що виникають під час руйнування скла. Система аналізує кілька етапів звуку: спочатку удар по склу, а потім високочастотний звук розсіпання уламків. Якщо обидва сигнали відповідають характерному шаблону, спрацьовує сигнал тривоги.

Для захисту від пожежі використовуються датчики диму. Найпоширеніший тип працює за принципом оптичного виявлення. Усередині пристрою розміщені світлодіод і фотодатчик. У нормальному стані світло не потрапляє на фотодіод. Коли у камері з'являються частинки диму, вони розсіюють світло, і частина променів потрапляє на фотодатчик. Це сприймається системою як ознака задимлення, після чого вмикається сигнал тривоги.

Ще одним важливим елементом безпеки є датчики витoku газу. Вони використовують спеціальні хімічні сенсори, які реагують на зміну концентрації певних газів у повітрі, наприклад метану або чадного газу. Коли рівень газу перевищує безпечну норму, електричні властивості сенсора змінюються, і система сигналізації повідомляє про небезпеку.

Усі внутрішні компоненти датчика розміщуються в захисному корпусі, який зазвичай виготовляється з міцного пластику. Корпус захищає електронні елементи від механічних пошкоджень, пилу та впливу зовнішнього середовища. Крім того, він дозволяє зручно закріпити датчик на стіні, стелі або іншій поверхні.

У деяких моделях датчиків можуть використовуватися і додаткові елементи. До них належать світлодіодні індикатори, які показують стан роботи пристрою, антени для бездротового зв'язку, а також спеціальні тамперні датчики, що спрацьовують у випадку спроби розкрити корпус пристрою.

Попри значні переваги, датчики мають і певні недоліки. Одним із найпоширеніших є можливість помилкових спрацювань. Наприклад, датчики руху можуть реагувати на домашніх тварин, різкі зміни температури або рух повітря від систем опалення чи кондиціонування.

Також варто враховувати необхідність правильного встановлення та налаштування. Якщо датчик встановлений у незручному місці або налаштований некоректно, його ефективність може значно знизитися.

Датчики є важливим елементом сучасних систем безпеки, які дозволяють значно підвищити рівень захисту будинку або іншого приміщення. Вони забезпечують автоматичне виявлення небезпечних ситуацій та швидке реагування на можливі загрози. Незважаючи на певні недоліки, правильний вибір, встановлення та налаштування датчиків

дозволяє створити ефективну систему охорони, яка забезпечує надійний захист майна та безпеку людей.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Vardakis G., Hatzivasilis G., Koutsaki E., Papadakis N. Review of Smart-Home Security Using the Internet of Things // *Electronics*. 2024. Vol. 13, no. 16. Art. 3343. DOI: 10.3390/electronics13163343.
2. Chen Y., Zhang H., Zhong S. Design and implementation of smart home system based on IoT // *Results in Engineering*. 2024. Vol. 24. Art. 103410. DOI: 10.1016/j.rineng.2024.103410.
3. Bhardwaj A., Bharany S., Abulfaraj A. W., Ibrahim A. O., Nagmeldin W. Fortifying home IoT security: A framework for comprehensive examination of vulnerabilities and intrusion detection strategies for smart cities // *Egyptian Informatics Journal*. 2024. Vol. 25. Art. 100443. DOI: 10.1016/j.eij.2024.100443.
4. Sabit H. Artificial Intelligence-Based Smart Security System Using Internet of Things for Smart Home Applications // *Electronics*. 2025. Vol. 14, no. 3. Art. 608. DOI: 10.3390/electronics14030608.
5. Chi H., Ma Q., Wang Y., Yang J., Geng H. IoTBystander: A Non-Intrusive Dual-Channel-Based Smart Home Security Monitoring Framework // *Applied Sciences*. 2025. Vol. 15, no. 9. Art. 4795. DOI: 10.3390/app15094795.
6. Мишко О. Є. Інтеграція домашньої автоматизації в систему «Розумний будинок» // *ІТ-Ідея 2024 : збірник науково-практичних праць X Міжнародного форуму*, 12 листопада 2024 р., Київ. Київ : Східноукр. нац. ун-т ім. В. Даля, 2024. С. 11–12.
7. Агутін М. М. Моделювання IoT-інфраструктури розумного будинку // *Моделювання та інформаційні системи в економіці*. 2024. Вип. 104. С. 5–14. DOI: 10.33111/mise.104.1.
8. Савчук Т. О., Капченко К. Г. Інформаційна технологія управління безпекою розумного будинку // *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2024. № 1. С. 71–80. DOI: 10.32782/tnv-tech.2024.1.8.