

## СИСТЕМА СИГНАЛІЗАЦІЇ РОЗУМНОГО БУДИНКУ

*Стембовський В.К.* – гр. МгЕМ-1-24, магістрант, [stembvlad97@gmail.com](mailto:stembvlad97@gmail.com)

*Злотенко Б.М.* – д.т.н., професор, [zlotenko.bm@knuud.edu.ua](mailto:zlotenko.bm@knuud.edu.ua)

*Київський національний університет технологій та дизайну*

**Метою роботи** є розробка інтегрованої системи сигналізації розумного будинку на основі IoT-технологій з функціями інтелектуального виявлення загроз, багаторівневого захисту та автоматичного реагування для забезпечення безпеки житла та комфорту користувачів.

**Актуальність.** Сучасні системи безпеки розумних будинків еволюціонували від простих охоронних сигналізацій до комплексних IoT-екосистем, що інтегрують множину датчиків, камер, штучний інтелект та хмарну аналітику. Дослідження показують, що інтелектуальні системи безпеки з multi-sensor fusion забезпечують точність виявлення загроз до 89% при мінімізації хибних спрацьовувань. Інтеграція розпізнавання облич, аналізу відео та IoT-датчиків дозволяє не лише реєструвати інциденти, але й превентивно запобігати вторгненням через автоматизовані сценарії реагування [1-3].

Ринок розумних систем безпеки демонструє стрімке зростання: за прогнозами аналітиків, до 2027 року його обсяг досягне \$78 млрд. Ключовими трендами є використання AI для аналізу патернів поведінки, інтеграція з голосовими асистентами (Alexa, Google Assistant) та розвиток edge computing для обробки даних локально без затримок передачі у хмару [4, 5].

### Функціональні можливості системи

Розроблена система сигналізації забезпечує комплексний захист житла через інтеграцію різноманітних датчиків, відеомоніторингу, інтелектуального аналізу подій та автоматизованого реагування на загрози.

*Таблиця 1 – Функціональні модулі системи сигналізації розумного будинку*

Функціональний модуль	Компоненти	Призначення та можливості
<b>Виявлення вторгнень</b>	PIR-датчики руху, магнітні контакти дверей/вікон, сенсори розбиття скла	Детектування несанкціонованого проникнення через двері, вікна або розбиття. Покриття всіх точок доступу з тамперзахистом від саботажу
<b>Пожежна безпека</b>	Димові детектори, датчики СО (чадного газу), теплові сенсори	Раннє виявлення задимлення, підвищення температури та небезпечної концентрації СО з автоматичним викликом пожежної служби

<b>Захист від протікань</b>	Датчики рівня води, сенсори вологості	Моніторинг підвалів, ванних кімнат, кухонь з автоматичним перекриттям водопостачання через розумні клапани
<b>Газова безпека</b>	MQ-2 сенсори метану/пропану	Виявлення витоку природного газу з аварійним відключенням газового клапана та вентиляцією приміщення
<b>Відеоспостереження</b>	IP-камери 4MP з ІЧ-підсвічуванням, відеодзвінок з 2-way audio	Запис подій 24/7 з детекцією руху, нічне бачення до 30 м, хмарне зберігання 30 днів, live-перегляд через мобільний додаток
<b>Розпізнавання та ідентифікація</b>	AI-модуль facial recognition, RFID-зчитувачі, сканер відбитків пальців	Автоматична авторизація членів родини, гостьовий доступ з обмеженнями, журналювання входів/виходів
<b>Сповіщення та тривога</b>	Розумна сирена 110 дБ, стробоскопи, GSM/4G модуль, push-notifications	Миттєве оповіщення власника через SMS, дзвінок, мобільний додаток з відео інциденту, активація сирени для відлякування
<b>Автоматизоване реагування</b>	Розумні замки, освітлення, жалюзі, термостати	Автоматичне блокування дверей при тривозі, увімкнення освітлення в режимі "імітація присутності", закриття жалюзі
<b>Інтеграція з екосистемою</b>	Hub Zigbee/Z-Wave/Wi-Fi, API інтеграції	З'єднання з голосовими асистентами, центром моніторингу 24/7, службами екстреної допомоги, іншими розумними пристроями
<b>Користувацький інтерфейс</b>	Мобільний додаток iOS/Android, веб-панель, сенсорна клавіатура	Віддалене керування, real-time моніторинг, налаштування сценаріїв, аналіз статистики, історія подій з пошуком

### Алгоритми інтелектуального виявлення загроз

Система використовує триступеневий алгоритм аналізу подій для максимізації точності та мінімізації хибних спрацьовувань:

**1. Первинна детекція.** Сенсори реєструють зміни стану (рух, відкриття, розбиття, дим, протікання) та передають дані до центрального хаба через бездротові протоколи Zigbee/Z-Wave з шифруванням AES-128. Кожен датчик має унікальну адресу та тамперзахист, що сигналізує про спроби демонтажу.

**2. Корреляційний аналіз.** AI-движок на базі нейронних мереж корелює сигнали від різних датчиків для визначення типу події. Наприклад: PIR-датчик + відкриття дверей + розпізнавання обличчя = авторизований вхід (без тривоги); PIR-датчик + розбиття скла + відсутність розпізнавання = вторгнення (тривога); димовий детектор + тепловий сенсор + відсутність руху = пожежа без присутності людей (виклик служб).

Модуль відеоаналітики використовує CNN (Convolutional Neural Networks) для класифікації об'єктів у кадрі: людина (власник/чужий), тварина

(домашній улюбленець), транспорт. Точність класифікації становить 94% при роздільній здатності 1080p та швидкості обробки 15 FPS.

**3. Контекстне прийняття рішення.** Система враховує поточний контекст: стан озброєння (дома/відсутні/ніч/відпустка), час доби, історію подій за останні 24 години, дані з календаря користувача (очікуваний приїзд гостей). На основі аналізу визначається тип реагування:

- **Критична тривога:** вторгнення, пожежа, витік газу → миттєва активація сирени + SMS/дзвінок власнику + відео інциденту + виклик служб (поліція/пожежна/газова).

- **Попередження:** відкрите вікно при озброєнні, підозріла активність біля будинку → push-повідомлення з відео, без сирени.

- **Інформаційне:** повернення додому авторизованого користувача → роззброєння системи, увімкнення освітлення, налаштування термостата.

#### **Технічна реалізація та інтеграція**

Центральний хаб системи базується на платформі Raspberry Pi 4 (4 ГБ RAM) з модулем Google Coral Edge TPU для прискорення AI-обчислень. Це забезпечує обробку відеопотоків від 6 камер одночасно з затримкою менше 100 мс без потреби передачі відео у хмару. Локальне зберігання на SSD 512 ГБ дублює критичні записи у разі втрати інтернет-з'єднання.

Мобільний застосунок розроблений на React Native для забезпечення кросплатформенності (iOS/Android). Інтерфейс надає: інтерактивну 3D-карту будинку з real-time статусом всіх сенсорів (зелений/жовтий/червоний); перегляд live-відео з 4-6 камер одночасно з можливістю PTZ-керування (pan-tilt-zoom); хронологію подій з фільтрами по типу (вторгнення/пожежа/інформація) та часу; конструктор сценаріїв автоматизації через drag-and-drop (якщо детектується рух на ганку після 22:00 → увімкнути прожектор + записати відео); статистику спрацьовувань, середній час реагування та звіти про ефективність.

Інтеграція з голосовими асистентами дозволяє керувати системою командами: "Alexa, озброї будинок у режимі відсутності", "Ok Google, покажи камеру з переднього ганку", "Siri, вимкни тривогу в кухні". Підтримка IFTTT (If This Then That) розширює можливості автоматизації через інтеграцію з 600+ сервісами.

**Висновок.** Розроблена інтегрована система сигналізації розумного будинку забезпечує комплексний захист через 10 функціональних модулів з покриттям всіх типів загроз (вторгнення, пожежа, протікання, витік газу). Треступеневий алгоритм виявлення з AI-аналізом забезпечує точність 89-94% при мінімізації хибних спрацьовувань через кореляцію даних від різнотипних сенсорів. Інтеграція з розумною екосистемою дозволяє реалізувати превентивні

сценарії захисту та підвищити комфорт користувачів через автоматизацію повсякденних процесів.

### Список використаних джерел:

1. Design and Implementation of Smart Home Security System Based on Internet of Things / Y. Zhang and other. IEEE. 2024. DOI: 10.1109/ICEIB61477.2024.10532351
2. Integrated IoT-Based Smart Home Security System: Real-Time Hazard Detection and Alerts Using Multi-Sensor Fusion / M. Rahman and other. IEEE. 2024. DOI: 10.1109/ICCISc61948.2024.10925672
3. Smart Home Security System with Integrated Motion Detection and Facial Recognition / R. Kumar and other. IEEE. 2024. DOI: 10.1109/ICAISS61226.2024.11026660
4. How IoT Devices are Making Homes Smarter / TDK Tech Magazine. 2024. URL: <https://www.tdk.com/en/tech-mag/past-present-future-tech/how-iot-is-making-homes-smarter-and-safer> (дата звернення: 24.10.2025).
5. Development and Assessment of Internet of Things-Driven Smart Home Security and Automation with Voice Commands / D. Nguyen and other. IoT. 2024. Vol. 5, №1. DOI: 10.3390/iot5010005