

УДК 681.322

# МОДЕЛЬ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ОХОРОНИ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

Д.т.н. Л.І. Нефьодов, к.т.н. Д.О. Маркозов, В.О. Дерезуцький, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

*У роботі розроблена математична модель побудови автоматизованої системи охорони промислового підприємства. Через узагальнення існуючих підходів, зроблено висновок, що в сучасних умовах необхідний комплексний підхід і багатокритеріальна оптимізація всіх параметрів системи охорони для ефективної роботи промислового підприємства.*

*В работе разработана математическая модель построения автоматизированной системы охраны промышленного предприятия. Обобщая существующие методы, сделан вывод, что в современных условиях необходим комплексный подход и многокритериальная оптимизация всех параметров системы для эффективной работы охранного предприятия.*

*In the work examines the models and techniques of automated alarm system. After summarizing the existing methods, the authors conclude that in the present conditions requires a comprehensive approach and multicriteria optimization of all system parameters for efficient operation security company.*

**Ключові слова:** охорона підприємства, математична модель, багатокритеріальна оцінка

## Введення

Останнє десятиліття характеризується масовим впровадженням на підприємствах різного профілю автоматизованих систем охорони (АСО), що представляють собою особливий клас автоматизованих систем збору інформації та управління. АСО є складовою частиною системи фізичного захисту підприємства (СФЗ) і призначена для виявлення порушень безпеки та управління технічними засобами охорони.

Охоронна система – автоматизований комплекс для охорони різних об'єктів майна (будівель, включаючи прилеглу до них територію, окремих приміщень, автомобілів, водного транспорту, сейфів та ін.) Термін є узагальнюючим для декількох типів систем. Основне призначення - попередити, по можливості запобігти або сприяти запобігання ситуацій, в яких буде завдано шкоду людям або матеріальним і не матеріальним цінностям, пов'язаних насамперед з діями інших осіб.

Іншими словами до охоронних систем можна віднести будь-які технічні системи, що підвищують безпеку якогось об'єкта.

Одна з найбільш розповсюджених класифікацій, систем охорони є:

1. По взаємодії із загрозою:

- Пасивні - комплекс засобів і дій, спрямований на залучення уваги власника майна або охоронних служб.
- Активні. Призначені для запобігання проникнення в об'єкт, що охороняється або розтину сейфа.

Для організації активних систем необхідно керуватися чинним законодавством країни. Якщо буде завдано шкоди здоров'ю злочинця, то піде судовий розгляд і може дійти справа до кримінальної відповідальності.

2. За способом передачі інформації:

- Провідні.
- Бездротові. В них охоронні датчики передають інформацію на приймальний пристрій за допомогою радіосигналу.

– Без зворотного зв'язку.

Недоліки - наявність безлічі способів придушення радіосигналу спеціальними шумогенераторами (а іноді навіть це відбувається і від звичайних побутових приладів).

– Зі зворотним зв'язком з прийомним пристроєм.

Дозволяє виробляти безперервний моніторинг системою всіх датчиків.

– Через GSM-мережі. Використовується як для пультової роботи (сигнал про тривогу передається на пульт охоронної компанії), так і для інформування власника об'єкту, що охороняється, який може отримувати інформацію про різні події (тривога, пожежа, несправність і т.д.) у вигляді SMS на свій мобільний телефон. Для цього використовуються GSM-комунікатори.

Бездротові системи, зазвичай, застосовуються у випадках, коли немає фізичної можливості провести проводку. Інколи комбінують, як бездротові системи з дротяними, так і пасивні системи з активними.

## Постановка проблеми і аналіз літератури

Практично завжди існує ризик погроз з боку внутрішнього порушника з числа персоналу підприємства, так як нейтралізація охорони дає йому великі шанси на успішну реалізацію своїх цілей. Тому автоматизована система охорони може стати об'єктом порушень і виникає завдання забезпечення стійкості АСО до несанкціонованих дій з боку внутрішнього порушника. Наслідком підвищення стійкості автоматизованої системи охорони до несанкціонованим діям (НСД) є зниження ризику та підвищення захищеності підприємства в цілому. У силу існуючих обмежень економічного характеру вибір необхідної стійкості АСО має бути обґрунтований результатами детального аналізу уразливості і вартості захисту.

На сьогоднішній день охоронні системи стають все більш досконалими, вони представляють собою сукупність спільно діючих технічних засобів для виявлення ознак появи несанкціонованого проникнення людини (порушника) на об'єкт, що захищається, а також для передачі, збору, обробки та подання інформації користувачу в заданому вигляді.

Аналіз наукової літератури свідчить [1 – 4], що не дивлячись на певну кількість робіт з цього напрямку, дуже часто моделям побудови автоматизованих систем охоронної сигналізації приділяється не достатня увага.

У зв'язку із цим, актуальність даного дослідження обумовлена тим, що без розробки адекватної сучасним умовам моделі побудови автоматизованої системи тривожної сигналізації неможлива ефективна робота охоронного підприємства.

Для кожної системи охоронної сигналізації склад технічних засобів визначається способом організації безпеки, а також потребами користувача. Залежно від виду охорони вона може бути організована як автономна або централізована. Для автономної охорони характерна наявність одного об'єкту захисту, що представляє собою одне або комплекс приміщень, розташованих у межах одного чи декількох будівель, об'єднаних спільною територією. обов'язковими елементами системи в цьому випадку є сповіщувач, оповіщувач і джерело їх електроживлення.

Централізована охорона організується для великої кількості об'єктів, просторово рознесених на значній території. У цьому випадку додатково необхідна наявність підсистеми передачі сповіщень. На практиці зв'язок між сповіщувачем, оповіщувачем і системою передачі сповіщень на об'єкті завжди здійснюється через приймально-контрольний прилад (ПКП) охоронної сигналізації.

З метою підвищення достовірності інформації, що отримується, при організації охорони об'єкта застосовують багаторубіжні комплекси сигналізації. Кожен з рубіжів являє собою сукупність спільно діючих технічних засобів виявлення (сповіщувачів), пов'язаних між собою електричним зв'язком (шлейфом), що дозволяє видати незалежне роздільне повідомлення про проникнення або спробу проникнення порушника у зону, що охороняється. При цьому в кожен рубіж сигналізації повинні бути включені сповіщувачі, що базуються на різних принципах дії. У разі автономної охорони багаторубіжна система охоронної сигналізації може бути організована за допомогою багатошлейфного приладу, що має роздільну індикацію про спрацювання сповіщувачів, включених в шину сигналізації (ШС) і складаючих рубіж або його виділену частину.

У технічній літературі зустрічається також термін "контрольована зона" [5]. Зазвичай це частина охороняемого об'єкта, що контролюється одним шлейфом охоронної сигналізації. У більш широкому розумінні це контрольований об'єкт (або частина об'єкта), для якого його стан може бути однозначно відображено за допомогою засобів індикації, оповіщення, або передано на пульт центральної сигналізації (ПЦС), а також забезпечується роздільне управління (взяття під охорону, зняття з охорони ручним або автоматичним способом, управління обладнанням, що знаходиться на об'єкті і т.п.).

Метою дослідження є підвищення ефективності роботи охоронного підприємства за рахунок розробки та впровадження комплексної моделі побудови автоматизованої системи тривожної сигналізації.

Проблема полягає у тому, що фахівці які встановлюють системи безпеки, використовують тільки

один із відомих методів та не використовують багатокритеріальну оптимізацію.

### Особливості проектування комплексів охоронної сигналізації

Основними елементами охоронної системи є технічні засоби тривожної сигналізації. Узагальнена схема, що характеризує склад системи тривожної сигналізації, представлена на рисунку 1.

На цій схемі 3 – це сповіщувач; 4, 8 – світловий і (або) звуковий оповіщувач; 1 – установка управління (охоронний приймально-контрольний прилад); 6, 10 – блок живлення; 5 – пристрій, що керується установкою управління; 7 – програмований вхідний пристрій (шифропристрій); 2 – сигнальний інтерфейс (система передачі повідомлень); 9 – установка управління (пульт централізованого спостереження).

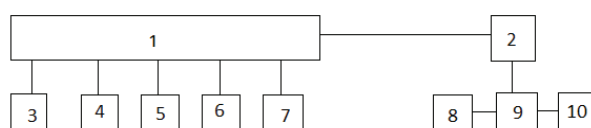


Рис. 1. Узагальнена схема системи тривожної сигналізації

Сповіщувачем в системі охоронної сигналізації називається пристрій, що формує сповіщення при проникненні. Залежно від способу приведення в дію, він може бути автоматичним або ручним (неавтоматичним). У функції автоматичного сповіщувача входить виявлення спроби проникнення або фізичного впливу, що перевищує нормований рівень, та формування тривожного сповіщення.

Сповіщувач є конструктивно закінченим пристроєм, що виконує самостійні функції в системі сигналізації.

В основу класифікації охоронних сповіщувачів відповідно до нормативних документів, а також сформованою практикою покладено такі основні ознаки [4]:

- вид зони виявлення;
- принцип дії;
- характер об'єкту, що охороняється;
- спосіб функціонування;
- спосіб електроживлення.

Приймально-контрольні прилади відносяться до технічних засобів контролю і реєстрації інформації. Вони призначені для безперервного збору інформації від сповіщувачів, включених в шлейф, аналізу тривожної ситуації на об'єкті, формування та передачі сповіщень про стан об'єкта на пульт централізованого спостереження, а також управління місцевими світловими і звуковими сповіщувачами та індикаторами. Крім цього, прилади забезпечують здачу і зняття об'єкту з охорони за прийнятою тактикою. Узагальнена функціональна схема приймально-контрольного приладу малої інформаційної ємкості представлена на рисунку 2.

Таким чином, ПКП є основними елементами, що формують на об'єкті систему (комплекс) тривожної сигналізації. Відповідно до діючих нормативних документів приймально-контрольні прилади охоронної

сигналізації можна класифікувати за такими характеристиками [1]:

- по виду організації тривожної сигналізації на об'єкті;
- за способом контролю сповіщувачів;
- по формованій структурі провідних ліній ШС;
- по виду каналу зв'язку із сповіщувачами;
- по інформаційній ємкості;
- по інформативності.

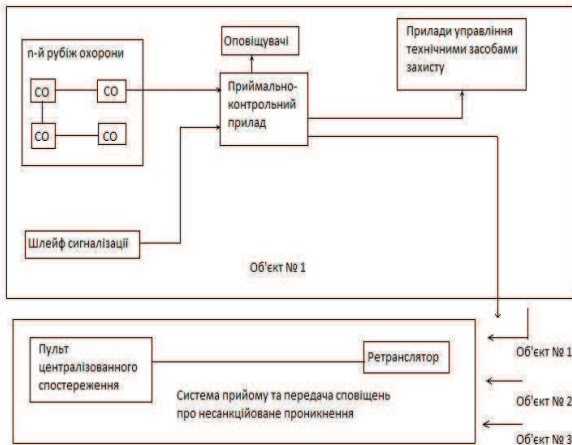


Рис. 2. Узагальнена функціональна схема приймально-контрольного приладу малої інформаційної ємкості

За допомогою індикаторів, розташованих на ПКП, на виносному табло або пульті управління, в загальному випадку забезпечується світлова та звукова сигналізація:

- стану шлейфів;
- режим роботи приладу;
- наявність основного електроживлення;
- наявність і несправність резервного живлення (розряд або несправність акумуляторної батареї).

Блок включення оповіщувачів здійснює безпосереднє управління зовнішніми звуковими і світловими повідомленнями, за прийнятою тактикою. Для автономних ПКП можливе об'єднання в одному корпусі із приладом світлових і звукових сповіщувачів. Блок формування сповіщень забезпечує зв'язок приладу з пультом централізованого спостереження або іншим приладом, передаючи повідомлення про нормальний або тривожний стан об'єкту відповідно до встановленого інтерфейсу. Необхідною у функціональній схемі є наявність блоку живлення, який забезпечує електроживленням блоки приладу. У загальному випадку ПКП може мати додаткові вихідні ланцюги для управління інженерними системами або пристроями активної протидії виявленої небезпеки.

ПКП для локальної охорони повинні мати можливість підключення принтера, комп'ютера або іншого пристрою для забезпечення протоколювання подій, чи мати вбудовану незалежну пам'ять для зберігання даних про події із можливістю їх подальшого перегляду. Інформація про події повинна містити дані про час, вид та адрес (номер шлейфу, адреси). Прилади централізованої охорони можуть мати можливість підключення виносних елементів контролю стану ПКП

(ланцюг контролю наряду): світловий індикатор і датчик контролю (електроконтактні або іншого типу). У нормальному стані світловий індикатор повинен бути вимкнений. При роботі ПКП спільно з системою передачі сповіщень при спрацьовуванні датчика контролю, на пульт може передаватися відповідне сповіщення (наприклад, "Прибуття наряду").

Ефективність застосування технічних засобів, при охороні об'єктів різних форм власності залежить від багатьох факторів, що необхідно враховувати при організації охорони. Основні із них:

- витрати на обладнання об'єкта технічними засобами охорони та їх експлуатацію;
- надійність апаратури, що використовується (інтенсивність відмов і величина можливого збитку від крадіжок з охороняемого об'єкту);
- конструктивно-будівельні характеристики будинків і приміщень об'єкта;
- соціальні чинники (профілактика злочинів).

Задачею техніко-економічного обґрунтування є вибір раціонального варіанту, який визначається структурою комплексу охоронної сигналізації.

Необхідно враховувати сумарні витрати на обладнання об'єкту засобами охоронної сигналізації та їх експлуатацію протягом року, а також величину можливого збитку від крадіжки з об'єкту.

Отже, особливостями проектування і експлуатації системи охоронної сигналізації (ОС) є:

1. Експлуатаційна надійність, чутливість і завадостійкість кожної з її функціональних частин не повинні поступатися один одному, щоб забезпечити в цілому високий рівень безпеки об'єкта. При цьому метою створення інтегрованої системи сигналізації є підвищення надійності та (або) зниження витрат на її реалізацію.

2. При обробці та відображенні тривожної і службово-діагностичної інформації пріоритетною повинна бути інформація, що відповідає вимогам забезпечення безпеки людей.

3. При експлуатації системи ОС повинно бути організоване реагування на сигнали тривоги відповідними службами (персоналом об'єкта) з урахуванням можливої комплексної прояви загроз. Застосування, для обладнання об'єктів, технічних засобів охорони повинно бути комплексним і враховувати вид і тактику охорони, характер і значимість матеріальних цінностей, а також можливість їх переміщення в робочий час і зміну конфігурації завантаження приміщень, що знаходяться під охороною.

#### Математична модель автоматизованої системи охорони промислового підприємства

Нехай визначена множина технічних параметрів системи охоронної сигналізації і вимог до них  $R = \{r_1, r_2, \dots, r_m\}$ , та множина об'єктів (елементів електрообладнання)  $H = \{H_1, H_2, \dots, H_n\}$ , таких, що кожний  $H_j$  асоційований з підмножиною  $R_j \subseteq R$  де  $j \in N = \{1, \dots, n\}$ . При цьому  $H_j$  задовольняє всім вимогам  $R_j$  або виконує функції  $R_j$  із певною якістю. Сукупність  $\{R_j\}, j \in J, J \subseteq N$  називається покриттям множини  $R$ , якщо  $\cup_{j \in J} R_j = R$ , при  $j \in J$ . Визначимо матрицю  $A = (a_{ij})$ :



$$a_{ij} = \begin{cases} 1, \text{ якщо елемент } r_i \text{ входить в множину} \\ R_i \text{ (вимог } r_i \text{ покрита)} \\ 0, \text{ в іншому випадку} \end{cases}$$

Завдання вибору оптимальної структури системи зі складових її об'єктів для реалізації повного набору заданих функцій (вимог) як задача цілочисельного програмування має вигляд:

$$F_1(x) = \sum_{j=1}^n (V_j x_j) \rightarrow \min \quad (1)$$

при умовах:

$$\sum_{j=1}^n (a_{ij} x_j) \geq 1 \quad (2)$$

де  $i \in M, j \in N$

$$x \in \{0,1\} \quad (3)$$

Нехай  $V_j$  – вартість елементів обладнання, то значення цільової функції (1) визначають мінімальну вартість обладнання, для побудови автоматизованої системи охорони, що задовольняє всім заданим вимогам. Якщо  $E_j$  – ефективність елементів обладнання, то значення цільової функції (4) визначають максимальну ефективність набору обладнання, для побудови системи, що задовольняє всім заданим вимогам, при тих же обмеженнях (2) і (3):

$$F_2(x) = \sum_{j=1}^n (E_j x_j) \rightarrow \max \quad (4)$$

Введемо в математичну модель (1) дані про технічні параметрах розв'язуваних задач  $R$  шляхом додавання матриці натуральних чисел  $B$ . Визначимо матрицю  $E = e_{ij}, i \in M, j \in N$ :

$$e_{ij} = \begin{cases} \text{sum}(e_j, e_k), \text{ якщо } d = 1 \\ \text{max}(e_j, e_k), \text{ в іншому випадку,} \end{cases} \quad (5)$$

У загальному випадку технічні параметри  $r_i$  мають різний фізичний сенс, тому для одних  $i$  включення до рішення об'єктів  $j$  та  $k$  вимагає підсумовування показників  $e_j$  та  $e_k$ , а для інших значення  $\text{max}(e_j, e_k)$ , тому суму в критерії (4) необхідно замінити на нелінійний функціонал  $\psi$ :

$$\psi = \begin{cases} e, \text{ якщо } a_{ij} = 1 \text{ та вимога } r_i \text{ виконана} \\ \text{об'єктом } j \text{ з якістю } e = 1 \dots 100 \\ 0, \text{ в іншому випадку} \end{cases} \quad (6)$$

де  $D = (d_1, \dots, d_m)$  – вектор урахування типу задачі  $r_i$ .

У загальному випадку функціонал може мати і більш складний вид.

Щоб врахувати різну вагу задач  $r_i$  в критерії (4) через чутливість результату до змін співвідношення параметрів  $e_j, e_k$  для різних рядків  $i$  необхідно ввести ваговий коефіцієнт методом обчислення сум зважених різниць по модулю всіх пар рядка  $i$ . Тобто вводиться вектор  $\alpha = \{\alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_m\}$ ,  $\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_m = 1$ , і цільова функція (4) набуває вигляду:

$$F_3(x) = \sum_i^m \alpha_i \psi_j(e_{ij} x_j) \rightarrow \min, \quad (7)$$

Задача визначення обраного набору обладнання мінімальної вартості при заданому ступені якості вирішення задачі  $r_i$  (якість вирішення всіх задач  $R$ ), тобто рівня безпеки  $e^*$  на вимогу  $i$ , (рівня безпеки об'єкта в цілому). Ця задача вирішується як задача цілочисельного програмування вигляду:

$$F_1(x) = \sum_{j=1}^n (V_j x_j) \rightarrow \min \quad (8)$$

за умов:

$$\sum_{j=1}^n (V_j x_j) \leq c_{\max} \quad (9)$$

$$\sum_{j=1}^n (a_{ij} x_j) \geq 1, i \in M \quad (10)$$

$$x \in \{0,1\} \quad (11)$$

### Висновки

Таким чином, проведений аналіз моделей та методів побудови автоматизованих систем охоронної сигналізації дозволяє зробити висновок, що забезпечення необхідного рівня надійності охорони об'єкта досягається кількістю рубежів охорони, а зведення до мінімуму сумарних витрат на обладнання об'єкта досягається варіюванням типів сповіщувачів та ПКП в кожному рубежі охорони.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Торокин А.А. Инженерно-техническая защита информации / А.А. Торокин. – Москва: Гелиос АРВ, 2005. – 960с.
2. Лыньков Л.М. Методы и средства защиты объектов связи от несанкционированного доступа: учеб. – метод. пособие / Л.М. Лыньков, Т.В. Борботько, Н. И. Мухуров. – Минск: БГУИР, 2007. – 139 с.
3. Петренко С. А. Управление информационными рисками. Экономически оправданная безопасность / С. А. Петренко, С. В. Симонов. – Москва: ДМК Пресс, 2004. – 384 с.
4. Маликов, В.В. Технические средства и системы охраны: нормативное произв.–практич. пособие / В.В. Маликов. – Минск: Бестпринт, 2009. – 78 с.
5. Лыньков, Л.М. Защита объектов различных форм собственности от несанкционированного доступа: монография / Л.М. Лыньков, В.В. Маликов, Т.В. Борботько; под ред. Л.М. Лынькова. – Минск: Полиграфический центр МВД Респ. Беларусь, 2008. – 187 с.