

УДК 681.322

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ОХОРОННОЇ СИСТЕМИ ТОРГОВЕЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ

К.т.н. Д.О. Маркозов, к.т.н. О.С. Кононихін, к.т.н. І.Г. Ільге, П.С. Бабенко, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

У роботі розроблена математична модель побудови автоматизованої системи охорони торговельної організації. 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 торговой организации. 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

Постановка проблеми і аналіз літератури

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 і призначена для виявлення порушень безпеки та управління технічними засобами охорони. 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 – 5], 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, просторова 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 рубежів 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 багатושлейфного приладу, що має роздільну індикацію про спрацювання сповіщувачів, включених в шину сигналізації (ШС) і складаних рубіж або його виділену частину.

У технічній літературі зустрічається також термін "контрольована зона" [6]. 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, а також забезпечується роздільне управління (взяття під охорону, зняття з охорони ручним або автоматичним способом, управління обладнанням, що знаходиться на об'єкті і т.д.).

Мета та постановка задачі

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 1 – пристрій приймально-контрольний (ПКП), 2 – сповіщувач інфрачервоний, 3 – мобільний телефон, 4 – тривожна кнопка, 5 – модуль передачі сповіщень, 6 – джерело живлення (основне та резервне), 7 – акустичний сповіщувач, 8 – пульт централізованого спостереження, 9 – персональний комп'ютер (ПК), 10 – магнітоконтактний сповіщувач, 11 – світловий оповіщувач, 12 – звуковий оповіщувач.

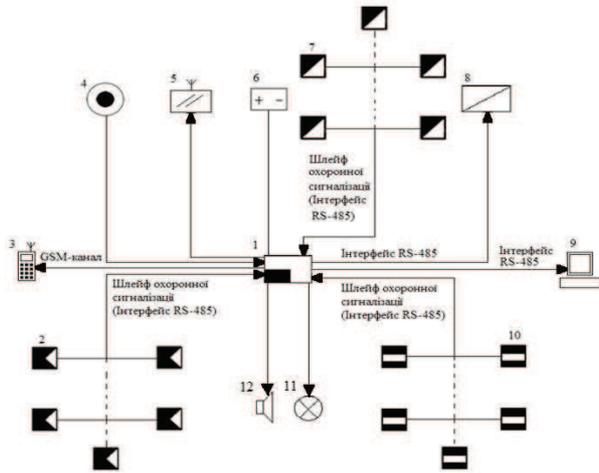


Рис. 1. Узагальнена схема системи охоронної сигналізації

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 (рис. 2);
- характер об'єкту, що охороняється;
- спосіб функціонування;
- спосіб електроживлення.



Рис. 2. Принципи дії охоронних сповіщувачей

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 3.

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.

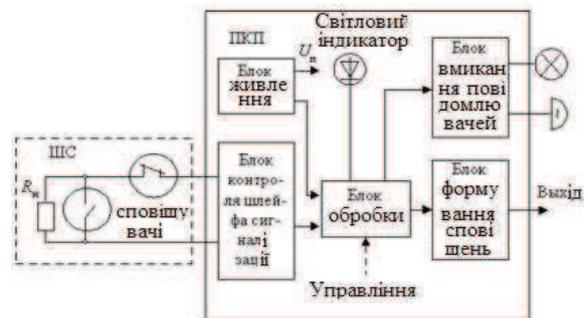


Рис. 3. Узагальнена функціональна схема приймально-контрольного приладу малої інформаційної ємкості

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 виявленій небезпеці.

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 охоронної сигналізації

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) $S = \{S_1, S_2, \dots, S_n\}$, таких, що кожний S_j асоційований з підмножиною $R_j \subseteq R$ де $j \in N = \{1, \dots, n\}$.

При цьому S_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 $A = (a_{ij})$:

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

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

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

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 C_j – вартість елементів обладнання, то значення цільової функції (1) визначають мінімальну вартість обладнання, для побудови автоматизованої системи охорони, що задовольняє всім заданим вимогам. Якщо B_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):

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

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

$$b_{ij} = \begin{cases} \text{sum}(b_j, b_k), \text{ якщо } d = 1 \\ \text{max}(b_j, b_k), \text{ в іншому випадку,} \end{cases} \quad (5)$$

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 b_j та b_k , а для інших значення $\text{max}(b_j, b_k)$, тому суму в критерії (4) необхідно замінити на нелінійний функціонал Ш:

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

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 b_j , b_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:

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

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

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

за умов:

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

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

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

Визначимо необхідні типи і кількість охоронних сповіщувачів на заданому об'єкті за допомогою розробленої математичної моделі та зробимо оцінку результатів її впровадження.

Далі наведена базова модель побудови охоронної сигналізації (рис. 4).

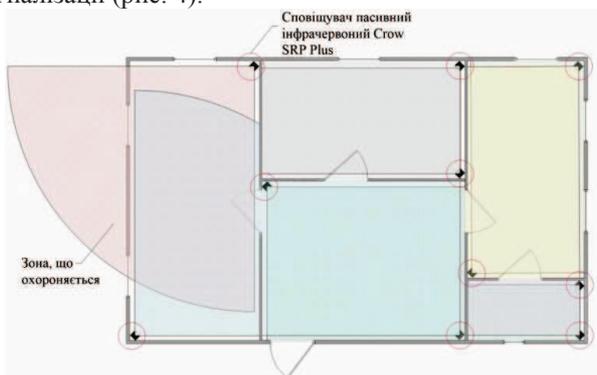


Рис. 4. Базова модель побудови протипожежної сигналізації

Показники охоронної системи при розміщенні:

- сповіщувачів за базовою моделлю:
- кількість сповіщувачів – 10;
- кількість оповіщувачів – 1;
- кількість ППК – 1;
- загальні витрати – 8073 грн.
- площа, що охороняється – 96%

Далі можна приступати до розрахунку моделі побудови протипожежної сигналізації з використанням розробленої математичної моделі.

Розроблена модель побудови протипожежної сигналізації представлена на рисунку 5.

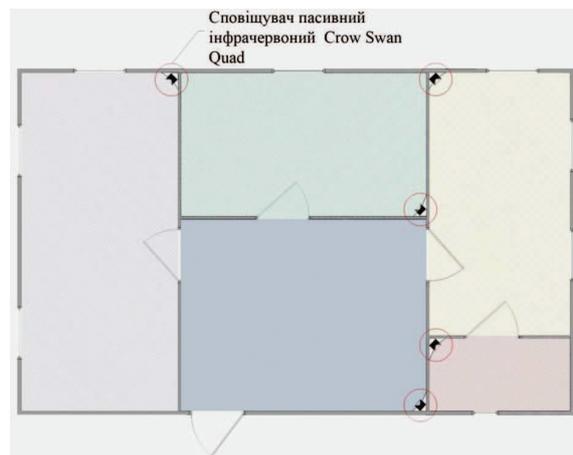


Рис. 5. Розроблена модель побудови протипожежної сигналізації

Показники охоронної системи при розміщенні сповіщувачів за розробленою моделлю:

- кількість сповіщувачів – 5;
- кількість оповіщувачів – 1;
- кількість ППК – 1;
- загальні витрати – 6927 грн.
- площа, що охороняється – 98%

На основі оцінки результатів впровадження розробленої моделі, можна зробити висновок, що розроблена модель має кращі показники, ніж базова.

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 ППК в кожному рубежі охорони. Покращення становить 1146 грн. в абсолютних одиницях, та 14,19% у відносних, площа покриття відповідно покращено на 2% від загальної, що підтверджує придатність та ефективність розробленої математичної моделі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Груба І.І. Системи охоронної сигналізації. Технічне засоби виявлення / І.І. Груба. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2012. – 220 с.
2. Кирюхіна Т.Г. Технічне засоби безпеки. Частина 1. Охоронна і охоронно-пожежна сигналізація. Системи відеоконтролю. Системи контролю і управління доступом / Т.Г. Кирюхіна, Членов А.Н. – М.: НОУ "Такир", 2002 – 216 с.
3. Приймально-передаючі пристрої електронних систем безпеки / Членов А.Н., Кирюхіна Т.А., Буцьїнська Т.А., Шакірова А.Ф. – М.: Інститут електронних систем безпеки, 2010. – 272 с.
4. Нефьодов Л.І. Модель автоматизованої системи охорони промислового підприємства / Л.І. Нефьодов, Маркозов Д.О., В.О. Дерезуцький // Технологія приборостроєння. Науково-технічний журнал. – 1'2015. – Харків, 2015. – С.47-50
5. Антоненко А.А. Технічне засоби експлуатація засоби охорони і безпеки об'єкта НОУ "Такир" / А.А. Антоненко. – М.: "МАКЦЕНТР. Видавництво", 2002. – 48 с.
6. Ногін В.Д. Границі застосовності розповсюджених методів скаляризації при вирішенні задач багатокритеріального вибору // Методи возмущений в гомологічній алгебрі і динаміка систем: Межвуз. сб. науч. тр. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2004. – С. 59-68.