

ВПРОВАДЖЕННЯ АВТОНОМНИХ ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ В ЗАСОБИ СИСТЕМ ОХОРОНИ

І. В. Стахнюк¹, О. Д. Василенко¹, С. А. Зінченко¹

¹ Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,
Фізико-технічний інститут

Анотація

В роботі впроваджуються автономні джерела живлення в засоби систем охорони.

Ключові слова: охорона периметру, радіопроменеві засоби виявлення, зовнішні енергоджерела

Вступ

Виконання завдання виявлення порушників периметровими засобами пов'язане не тільки з параметрами виявлення цих засобів, але також з їх захищеністю від дій зловмисників по знищенню провідних мереж, по яким подається живлення та приймається відповідна інформація. Впровадження автономних джерел живлення має намір підвищити захищеність периметрових засобів охорони.

1. Недоліки існуючих засобів виявлення з немережевими системами живлення

На даний час існують спеціалізовані автономні охоронні комплекси («Кобра», «Autoguard», «Forteza», «Радіобар'єр», «Радий-БРК-РЛ»), які мають наступні недоліки:

- призначені в головному тільки для охорони об'єктів тимчасової дислокації (місця військових або інших таборів на відкритій місцевості, місця розташування тимчасових складів військового та іншого спорядження, тощо), або для охорони постійно діючих об'єктів, коли тимчасово не працює стаціонарна система захисту (аеродроми);
- дальність виявлення порушників в променевих системах не перевищує 100 метрів, що призводить до великої кількості окремих давачів при охороні протяжних периметрів.

Розглянемо впровадження немережевих джерел живлення в стаціонарні комплекси охорони, які мають набагато кращі показники виявлення. Також подальшим завданням є розгляд можливих змін в методах побудови та обробки сигналів існуючих стаціонарних систем. Одночасно з цим таким же доцільним є використання альтернативних джерел енергії для підвищення надійності та довговічності впроваджених автономних джерел живлення.

2. Головні вимоги до автономних систем охорони

Застосування енергонезалежних систем охорони базується на вирішенні наступних задач:

- забезпечення безперервності роботи на протязі визначеного часу з відповідною ймовірністю виконання завдання;
- формування вихідних сигналів системи, які транслюються через ефір з забезпеченням захищеності в приймальній системі від зовнішніх хибних впливів;
- застосування додаткових зовнішніх джерел енергії для підтримування охоронних систем в робочому стані;
- зміна при необхідності алгоритму роботи відповідного засобу охорони для збільшення тривалості роботи при мінімальних втратах на параметрах виявлення системи;
- формування вихідних сигналів системи (тривоги, можливі ідентифікаційні сигнали порушника, код засобу передачі та параметри самої системи виявлення).

Аналіз параметрів та характеристик існуючих систем периметрової охорони по витратах енергії показує, що найбільш доцільним є використання автономних джерел сумісно з точковими засобами, які взагалі використовуються на віддалених ділянках місцевості, але й інші (провідно-радіохвильові, оптоволоконні, ємнісні системи) теж можуть розглядатися.

Розглянемо точнові системи охорони, які поділяються на активні і пасивні[1]:

Активні – використовують власне джерело випромінювання; за характеристиками відбиття від порушника або змін поля, що виникають при його пересуванні проводять виявлення та ідентифікацію. Енергоспоживання найбільш розповсюджених наведено в табл. 1 (всі засоби живляться напругою 12В).

Табл. 1. Активні системи охорони

Засіб охорони	Енергоспоживання, мА
Активні інфрачервоні сповіщувачі (АІЧ)	25-45
Радіопропеневі засоби	40-80
Активні акустичні засоби	30-60

Пасивні – використовують особисте випромінювання порушника, або акустичні чи віброколивання, що виникає при проникненні порушника на об'єкт охорони. Пасивні засоби охорони і їх енергоспоживання наведені в табл. 2 (всі засоби живляться напругою 12В). Пасивні засоби більшу частину часу знаходяться

Табл. 2. Пасивні системи охорони

Засіб охорони	Енергоспоживання, мА
Пасивні інфрачервоні сповіщувачі (ПІЧ)	0,05-0,1
Сейсмічні та вібраційні засоби охорони	2-10
Пасивні акустичні засоби	0,2-0,5

в режимі очікування (режим сталого споживання). Головна частина енергії використовується в режимі передачі сигнальної інформації. Тому такі засоби є найбільш придатними для сумісної роботи з автономними джерелами живлення. Наприклад, для забезпечення живлення ПІЧ сповіщувача (табл. 2), при напрузі рівній 12 В достатньо:

$$0,1 \cdot 12 \cdot 24 = 28,8 \text{ мВт} \cdot \text{год за добу.}$$

Слід зазначити, що для найефективнішого застосування автономних джерел енергії необхідно адаптувати роботу засобу до нових умов живлення: це означає, що деякі алгоритми роботи засобів виявлення слід відкорегувати таким чином, щоб передача інформаційних сигналів проводилася тільки при спрацюванні сигналу тривоги. Така модернізація заощадить енергію джерел живлення, при мінімальному зменшенні інформаційної складової. Відповідно, більшість алгоритмів обробки повинні працювати безпосередньо в автономному засобі, і не призводити до значного збільшення споживання енергії живлення.

3. Автономні джерела енергії

Акумуляторні батареї для автономних систем охорони повинні відповідати вимогам:

- заряду батареї повинно бути достатньо для безперервної роботи засобів охорони протягом не менше 7 діб (для того, щоб уникнути частішої заміни на підзаряджання цих акумуляторів);
- для забезпечення зручності заміни акумуляторних батарей, їх маса повинна бути не більшою, ніж вказано в КЗпП України.

Виходячи з параметрів акумуляторних батарей, які наведені в табл. 3, прийнятними для використан-

ня при забезпеченні автономної роботи засобів охорони є нікель-кадмієві, нікель-металгідридні і літій-іонні акумулятори. При встановленні автономних за-

Табл. 3. Параметри акумуляторних батарей

Параметр	Lead-Acid	Ni-Cd	Ni-Mh	Li-ion
Питома густина енергії, Вт·г/кг	30-50	45-80	60-120	100-200
Напруга в елементі, В	2	1,2	1,2	3,6-3,8

собів охорони постає проблема підзарядки їх джерел, для цього використовуються альтернативні джерела енергії. Система електроживлення від акумуляторних батарей з підзарядкою від альтернативних джерел енергії може бути використана в регіонах з необхідними кліматичними умовами, тому що середньодобова швидкість вітру і / або середньомісячна кількість сонячних днів повинні забезпечувати поповнення енергії, що витрачається акумуляторними батареями.

Використання сонячної енергії залежить від інтенсивності сонячного випромінювання протягом доби і сезонного ритму.

Сонячна енергія вимірюється потужністю сонячної радіації, яка поступає на 1 м² площі і називається сонячною інсоляцією. Рівень сонячної інсоляції вимірюється в кВт·год/м²/добу (табл. 4).

Табл. 4. Сонячна інсоляція в містах України (кВт·г/м²/добу)

Місто	Січень	Квітень	Липень	Жовтень
Київ	1,2-1,7	3,6-4,2	5,1-5,4	1,8-2,3
Львів	0,9-1,4	3,7-4,1	4,8-5,3	1,8-2,3
Харків	1,1-1,6	3,9-4,4	5,5-5,9	2,1-2,4
Одеса	1,2-1,5	4,2-4,6	5,9-6,3	2,5-2,9

Аналіз даних табл. 4 показує, що сонячної енергії цілком достатньо для забезпечення підзаряджання акумуляторів засобів охорони в будь-якому регіоні України. Для прикладу, щоб забезпечити енергією ПІЧ в найнесприятливішу пору року потрібна сонячна батарея площею:

$$S = C/k \cdot M$$

$$0,0288/0,4 \cdot 900 = 0,000032$$

м², або 0,32 см² де k - ККД сонячної батареї 0,4, C - споживання енергії ПІЧ протягом доби, M - сонячна інсоляція.

Енергія вітру. Вітрогенератор з діаметром лопастей 0,5 м при середній швидкості вітру 2 м/с, за

добу здатен виробити [2]:

$$A = k \cdot R \cdot v^3 \cdot S / 2 \cdot 24$$

$$0,3 \cdot 1,225 \cdot 2^3 \cdot 3,14 \cdot 0,5^2 / 2 \cdot 24 = 26,8$$

Вт-год електроенергії, де k - ККД вітрогенератора (0,3), R - густина повітря, v - швидкість вітру, S - площа утворена лопастями. Цієї енергії достатньо для забезпечення живленням як активних, так і пасивних систем охорони. Проаналізувавши дані табл. 5,

Табл. 5. Середньомісячна швидкість вітру в регіонах України (м/с)

Місто	Січень	Квітень	Липень	Жовтень
Київ	3-4	3-4	2-3	2-3
Львів	5-6	4-5	3-4	4-5
Харків	4-5	3-4	2-3	3-4
Одеса	4-5	4-5	3-4	4-5

зроблено висновок, що енергії вітру цілком достатньо для забезпечення підзарядження акумуляторів засобів охорони в будь-якому регіоні України.

4. Розрахунок кількості запасних акумуляторних батарей

Під час роботи засобів охорони периметру потрібна заміна їх акумуляторні батарей при їх розряді або виходу з ладу (особливо це стосується протяжних ділянок, наприклад державного кордону). Для того, щоб розрахувати кількість запасних АКБ, автономна периметрова система виявлення порушника розглядатиметься як система масового обслуговування [2]. Основним елементом, який визначає процеси в системі масового обслуговування, являється вхідний потік, який в даному випадку розглядається як стаціонарний пуассонівський потік. Стаціонарність потоку означає його однорідність відносно часу: ймовірнісні характеристики такого потоку мають не змінюватися залежно від часу. Наприклад, інтенсивність потоку подій – середня кількість подій в одиницю часу для стаціонарного потоку має залишатися сталою. Це означає, що потоки можуть мати місцеві згущення та розрідження. Важливо, що для стаціонарного потоку ці згущення та розрідження не носять характер закономірності, а середня кількість подій, що потрапляють на одиничний проміжок часу, залишається сталою для всього періоду, що розглядається.

$$f(k, t) = \frac{(l \cdot t)^k}{k!} \cdot e^{-(l \cdot t)}$$

k – кількість АКБ, які вийшли з ладу

t – проміжок часу;

l – густина (інтенсивність потоку), або середня відмов акумуляторів в одиницю часу.

Для того, щоб знайти кількість запасних акумуляторних батарей потрібно:

- 1) задати значення $p(k, t)$, наприклад, розглянути найгірший випадок при $p(k, t) = 0,9$;

- 2) з'ясувати гарантійний термін роботи АКБ – t ;
- 3) встановити густину відмов акумуляторних батарей в одиницю часу – l (залежить від кількості АКБ, які використовуються, чим більше АКБ – тим більше l)
- 4) знайдемо величину $p(k \cdot t)$:

$$\frac{(\lambda \cdot \tau)^k}{k!} = \frac{p(k, \tau)}{e^{(-\lambda \cdot \tau)}}$$

- 5) з $(l \cdot t)k/k!$ шляхом підбору знайти значення k (k приймає тільки дискретні значення).

Приклад розрахунку запасних АКБ:

- 1) $p(k, t) = 0,9$;
- 2) $t = 3$ роки;
- 3) для прикладу умовно використовуватимемо 16 АКБ, тоді $l=1$ (виходячи з ймовірності відмови під час гарантійного періоду, в даному випадку становить 0,04);
- 4) знайти величину $(l \cdot t)k/k! = \frac{0,9}{e^{(-1 \cdot 3)}}$
В результаті отримуємо 4,1;
- 5) $3k/k! = 4,1$, тоді $k=2$, тобто в даному випадку потрібно 2 запасні батареї на випадок поломки основних.

При використанні акумуляторних батарей для забезпечення автономності засобів охорони периметру, потрібно мати мінімум одну АКБ для заміни тих, які розрядилися, за умови різного рівня заряду використовуваних батарей, тобто при одній запасній батареї, не повинно одразу розряджатися дві і більше АКБ. Сумарно, для розглянутого вище прикладу, потрібно тримати в запасі мінімум 3 запасні АКБ, а взагалі потрібно $16+3=19$ АКБ.

Висновки

В роботі наведені головні вимоги до роботи автономних засобів виявлення в периметрових системах охорони. Показано, що найбільш придатними для застосування в них автономних джерел є пасивні точкові засоби виявлення.

Приведені параметри існуючих акумуляторних батарей та їх підзарядження за рахунок енергії сонця та вітру.

Впроваджено автономні джерела живлення в засоби систем охорони.

Перелік використаних джерел

1. ДСТУ 3960-2000. Системи тривоної сигналізації. Терміни та визначення - Держстандарт України. - К. - 2000. - 26 с.
2. Math.immf.ru: Элементы теории массового обслуживания [Електронний ресурс]: – Режим доступу: <http://math.immf.ru/lectons/206.html> – Назва з екрану. – Дата звернення: 22.03.2017.
3. Стахнюк І.В., Василенко О.Д., Застосування автономних джерел живлення в засобах систем охорони. «Теоретичні і прикладні проблеми фізики, математики та інформатики» — К.: ВПІ ВПК «Політехніка», 2016 — 163-164 с..