

ВИКОРИСТАННЯ ЄМНІСНОЇ СИСТЕМИ ВІЯВЛЕННЯ ДЛЯ ОХОРОНИ ВНУТРІШНІХ ПРИМІЩЕНЬ

Д. В. Латиш¹, О. Д. Василенко¹

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

Анотація

У роботі представлений варіант ємнісної системи для охорони внутрішнього приміщення. Змодельовано вплив середньостатистичної людини на зміну ємності всієї системи. Запропоновано алгоритм роботи, що дозволить виявляти порушника та локалізувати його місцезнаходження.

Ключові слова: ємнісна система, ємність, чутливий елемент, охорона приміщення

Вступ

Одним з основних об'єктів захисту інформації є, насамперед, службові інформаційні ресурси установи, підприємства, або фірми. Характер цієї інформації має досить широкий спектр – від стратегічних планів розвитку компанії, характеристик нових та перспективних товарів до кадрового складу і режиму охорони об'єкта. Тому для «порушника» досить великий інтерес представляє саме те місце, де циркулює інформація з обмеженим доступом. Для унеможливлення проникнення на об'єкт людини-порушника розглядається варіант захисту внутрішнього приміщення з використанням ємнісної системи виявлення.

Відомо, що людина, як і кожний живий організм, має власний електростатичний заряд, який зазвичай має трибоелектричну природу – виникає за рахунок тертя взуття з підлогою, одягу зі шкірою, тіла з різноманітними матеріалами. В процесі накопичення заряду людське тіло проявляє себе як конденсатор ємністю від 100 до 300 пФ.

Тіло людини являє собою середовище з високою діелектричною проникністю, між ним і навколишніми предметами виникають різні ємнісні зв'язки, які при русі людини змінюються. В основі принципу дії ємнісної системи виявлення (ЄСВ) порушника лежить фіксація змін параметрів СВ (U , I , f , t), які є залежними від зміни попередньо визначеної ємності в певному об'ємі простору, який охороняється.

У загальному вигляді ємнісна система являє собою протяжний чутливий елемент (ЧЕ) – електрод («антенна система»), що закріплений на ізоляторах уздовж будівельних конструкцій. Поява людини поблизу «антен» або її дотик до електродів змінює ємність всієї системи, а змінений електричний сигнал після відповідної обробки електронним блоком викликає сигнал тривоги [1].

Величини перехідних ємностей, які з'явилися за рахунок появи людини-порушника у контрольовано-

му просторі, визначаються такими факторами, як розмір та маса тіла, матеріал одягу, і, зазвичай, він лежить в діапазоні від десятків пФ до одиниць нФ.

Така система має такі особливості:

- терміново сповіщає про порушення на об'єкті
- має пасивний принцип дії
- безконтактна
- має маскуючу здатність
- має можливість фіксувати місцезнаходження порушника
- відсутність «мертвих» зон.

1. Розміщення чутливих елементів у приміщенні

До вимог ємнісної системи виявлення належить: розміщення ЧЕ так, щоб їх ємнісні зв'язки перекривали весь об'єм охорони, та локалізація місцезнаходження порушника у приміщеннях. Задля задоволення цим вимогам запропоновано таке структурне розміщення чутливих елементів у внутрішньому приміщенні (на прикладі кімнати розміром $10 \cdot 4.5 \cdot 3$ м, рис. 1).

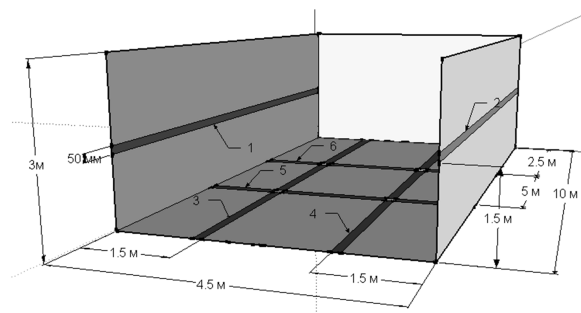


Рис. 1. Розміщення чутливих елементів у приміщенні

Запропонована система складається з шести антенних систем: АС1 та АС2 розміщені на бічних стінах вздовж приміщення на висоті 1.5 м, АС3 та АС4 розташовані на підлозі по всій її довжині і на відстані 1.5 м від бічних стін та між собою, АС5 та АС6 знаходяться на підлозі перпендикулярно до попередніх АС по всій ширині приміщення, на відстані 2.5 м від фронтонів стін та 5 м між собою. Вони підключаються до електронного блоку, який вимірює ємність системи або параметри, які залежать від неї. При наближенні порушника до активної поверхні системи виявлення об'єкт потрапляє в зону, що контролюється і змінює ємність всієї системи. Зміна ємності пропорційна зміні параметрів блоку обробки, що визначили раніше, які фіксуються пороговим пристроєм

Завдяки такому розміщенню площа приміщення поділяється на 9 локальних зон (рис. 2), що дає змогу локалізувати місцезнаходження людини.

1	2	3
8	9	4
7	6	5

Рис. 2. Розташування локальних зон у приміщенні

Коли порушник потрапляє у зону №1 він впливає на АС1, АС3, АС5, коли у зоні №2 – на АС1, АС3, АС5 і АС6 і т. д, згідно рис. 1 та рис. 2.

2. Модель впливу людини на ємнісну систему

Проаналізуємо вплив людини на систему, знаходячись в одній з локальних зон приміщення. Зони 1, 3, 5 та 7 – ідентичні між собою, тому що їх геометричні розміри однакові, і при знаходженні порушника в будь-якій з цих зон збудження відбувається на трьох АС. У зоні 1 – на АС1, АС3 та АС5, у зоні 3 – на АС1, АС3 та АС6, у зоні 5 – на АС2, АС4, АС6, та у зоні 7 – на АС2, АС4, АС5. Модель впливу порушника на ЧЕ у локальній зоні зображено на рис. 3, на основі розрахунків представлених у роботі [2].

Залежність зміни ємності антенної системи від відстані до людини визначається як:

$$\Delta AC_1(R_1) = \left(\frac{1}{\left(\frac{1}{\Delta C_{\text{люд}}} + \frac{R_1}{2 \cdot 10^{-12}} \right)} \right)$$

$$\Delta AC_3(R_2) = \frac{1}{\left(\frac{1}{\Delta C_{\text{люд}}} + \frac{R_2}{2 \cdot 10^{-12}} \right)}$$

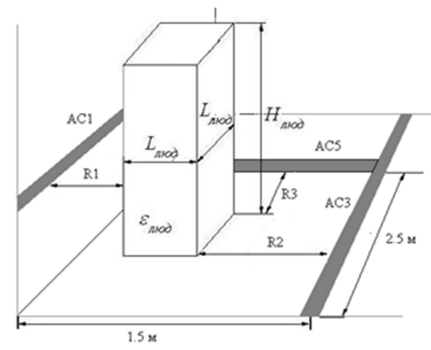


Рис. 3. Модель впливу порушника на ЧЕ у локальній зоні №1

Табл. 1. Залежність зміни ємності на АС1 та АС3 від відстані до порушника

R1	$\Delta AC_1(R_1)$	R2	$\Delta AC_3(R_2)$	Δ_{sum}
0,2	9,00	1,1	1,8	10,80
0,4	4,74	0,9	2,15	6,89
0,6	3,21	0,7	2,75	5,96
0,8	2,43	0,5	3,8	6,23
1	1,95	0,3	6,15	8,10
1,2	1,63	0,1	15,4	17,03

Результати проведених розрахунків наведені у таблиці 1.

Вплив людини на АС5 аналогічний впливу на АС3, зміна ємності $\Delta AC_5(R_3)$ знаходиться аналогічно. Для запропонованого варіанту відстань R3 варіюється від 2.2 м до 0 м, тому зміна ємності $\Delta AC_5(R_3) = 1...32$ пФ. Виходячи з результатів, можна отримати сумарну зміну ємності (рис. 4). Отже, мінімальна зміна ємності у зонах 1, 3, 5 і 7 дорівнює $\Delta C_{\text{min}} = 7$ пФ

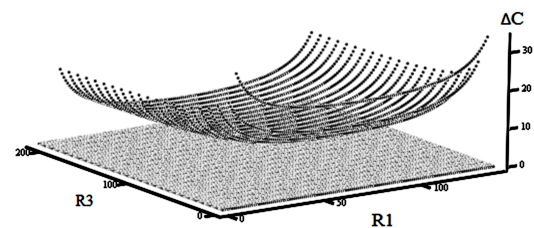


Рис. 4. Залежність зміни ємності системи від відстані до порушника

Для зони 4 і 8 величина сумарної зміни буде приблизно таким же, тому що вони мають таку ж саму площу ($S = 1.5 \cdot 2.5 \text{ м}^2$), відстані між ЧЕ співпадають і формуються також з трьох АС.

Зони 2, 6 і 9 мають довжину 5 м (у решти 2.5 м) – це компенсується тим, що границю по довжині формують АС5 і АС6, тому вплив людини, коли вона знаходиться в одній з цих зон, відбувається на два

ЧЕ по довжині одночасно і сумарна зміна ємності буде приблизно такою ж. Тому для зменшення ймовірності хибних тривог доцільно вибрати значення порогу спрацювання – 6 пФ.

3. Алгоритм роботи системи охорони

Алгоритм роботи системи наглядно показує процес прийняття, обробки і подальшого аналізу сигналу (рис. 5)

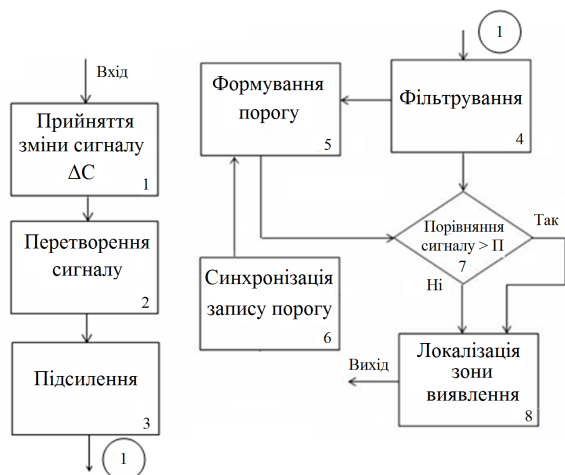


Рис. 5. Алгоритм роботи ємнісної системи виявлення

Спочатку система приймає сигнал від чутливого елемента (блок 1) у вигляді змінної ємності ΔC , яка виникає при наближенні або дотику людини-порушника. Поява зміни ємності відносно ЧЕ слугує в якості знаку старту для всього алгоритму в цілому.

Отримана ΔC далі перетворюється з ємності в напругу (блок 2), над якою здійснюється подальша робота алгоритму. Отримана напруга підсилюється (блок 3). Наступними кроками алгоритму є фільтрація отриманого сигналу для уникнення хибних напрацювань і різких стрибків на вході порогової системи (блок 4).

Процес формування рівня порогу (блок 5) – в підсистемі формування порогу сигнал завади, який був виміряний в приміщенні,

помножується на коефіцієнт підсилення. Отримане значення і слугує рівнем порогу, який подається на компаратор (блок 7). Синхронізатор (блок 6) забезпечує адаптивне формування запису порогу.

Сигнал, який отримали після фільтрування, поступає на компаратор (блок 7), де порівнюється з рівнем порогу у приміщенні. Якщо сигнал з першого ЧЕ виявляється більшим за значення порогу, то система подає відповідний сигнал «1» на блок локалізації зони виявлення (блок 8), де робиться висновок, що порушник знаходиться біля першого ЧЕ, якщо ні – «0». Паралельно сигналу з першого ЧЕ також подаються на вхід компаратора сигнали з другого по шостий ЧЕ, та відбуваються аналогічні дії. Отже при отриманні на блоці локалізації зони виявлення сигналу виду – «101010» система видає результат, що порушник знаходиться у першій зоні. Зони місцезнаходження порушника та відповідний код сигналу наведені в таблиці 2.

Висновок

Запропонована система охорони має пасивний принцип дії – фіксує лише зміну сталих ємнісних зв'язків у об'ємі приміщення. ЄСВ не має «мертвих зон» і володіє стабільною високою чутливістю при малій відстані між людиною-порушником та чутливим елементом. Зона виявлення регулюється за рахунок структурного розміщення ЧЕ. Існує можливість розміщувати чутливі елементи за будівельними оздоблювальними матеріалами, що унеможливило візуальне виявлення системи порушником. Впровадження ємнісної системи виявлення у внутрішню охорону приміщень не дозволить допустити непомічене несанкціоноване проникнення в зону охорони та дасть змогу локалізувати місцезнаходження людини-порушника.

Перелік використаних джерел

1. Груба І. І. Системи охоронної сигналізації. Технічні засоби виявлення. — М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2012. — 220 с., іл.
2. Латиш Д. В., Василенко О. Д., Ємнісна система виявлення порушника для внутрішньої охорони. Матеріали XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Теоретичні і прикладні проблеми фізики, математики та інформатики» — К.: ВПІ ВПК «Політехніка», 2015 — 166-168 с..

Табл. 2. Відповідність зони та коду

Код	№Зони
101010	1
101011	2
101001	3
001101	4
010101	5
010111	6
010110	7
001110	8
001111	9