

достаточности, т.е. – стоимость защиты не должна превышать риска ущерба от негативного воздействия на информационные ресурсы.

Список литературы

1. Волеводз А.Г. Проект Европейской Конвенции о киберпреступности, «Конфидент» №5, №6, 2001 г.
2. Гриняев С.Н. Национальная информационная стратегия как основа внешней и внутренней политики США в XXI веке, «Конфидент» №5, №6, 2001 г.
3. Чекатков А.А., Хорошко В.А. Методы и средства защиты информации. – К.: Издательство Юниор, 2003. – 504 с.
4. Бурлаков Г.Н. «Безопасность работы на компьютере» М.: «Финансы и статистика» 1998. – 286 с.
5. Домарев В.В. «безопасность информационных технологий. Системный подход», ТИД «ДС», 2004. – 688с.

УДК 654.924

І.Н.Прудіус, Р.В. Проць, В.Г.Сторож

ЗАСІБ ОХОРОНИ ПЕРИМЕТРУ НА ВИПРОМІНЮЮЧИХ КАБЕЛЯХ

Вступ

Вирішення ряду питань забезпечення охорони периметрів важливих об'єктів, до яких відносяться окремі будівлі, склади, військові об'єкти, автостоянки і т.п. вимагає застосування засобів охорони, які базуються на різних принципах роботи і тільки при їх комплексному використанні забезпечують необхідну надійність охорони.

В останні роки інтенсивно розробляються і впроваджуються технічні засоби охорони (ТЗО), в яких роль чутливих елементів виконують випромінюючі кабелі (ВК), тобто коаксіальні кабелі з прорідженою або спеціальною перфорованою екрануючою оболонкою [1,2]. В одному з кабелів – передавальному, збуджуються високочастотні коливання, а в другому – приймальному, розміщеному паралельно на невеликій віддалі від передавального, вимірюється напруга, наведена в ньому електромагнітним полем передавального кабелю. При перетині таких ліній порушником змінюється електромагнітний зв'язок між лініями, що приводить до зміни величини наведеної напруги, яка реєструється приймачем.

Порівняно з існуючими засобами охорони периметрів, ТЗО ВК мають наступні переваги:

- забезпечення рубежу охорони довільної конфігурації, що дозволяє використовувати їх на місцевості без попередньої інженерної підготовки, а також існування можливості зміни напрямку лінії охорони без застосування додаткового обладнання;
- збільшення довжини ділянки охорони при невеликих апаратурних затратах;
- забезпечення скритності ТЗО (наприклад, при прокладанні випромінюючих кабелів в ґрунті);
- можливість прокладання ВК на довільних перешкодах, таких як загорожі, будівлі, опори і т.д.

Незважаючи на вказані переваги, багаторічні дослідження ТЗО ВК [3-5], а також дослідження проведені авторами [6-7], показали, що використання таких систем має певні обмеження:

- системи охорони мають зони пониженої чутливості до перетину периметра порушником, положення яких залежить від розподілу електромагнітного поля вздовж кабелів. Нерівномірність чутливості вздовж ВК може досягати 20 дБ і більше;

- оскільки у рекомендованому діапазоні частот працюють потужні радіомовні радіостанції з частотною модуляцією, то можливе хибне спрацювання ТЗО за рахунок перетину їх спектру з робочою частотою засобу;

- ТЗО повинні бути захищені від впливу імпульсних завад природного та промислового походження.

Тому розробка методів зменшення нерівномірності чутливості ТЗО ВК вздовж периметру та захист їх від завад природного та промислового походження є актуальною задачею.

1. Теоретична частина

В існуючих ТЗО ВК [1,2,4,5], як правило, для вирівнювання чутливості системи вздовж ділянки охорони, передавач розміщується на початку ділянки охорони, а приймач – в кінці. Для забезпечення високої завадостійкості використовуються як кореляційна обробка сигналу, так і різні методи післядетекторної обробки, які базуються на відмінностях форм сигналів від завад і від порушника.

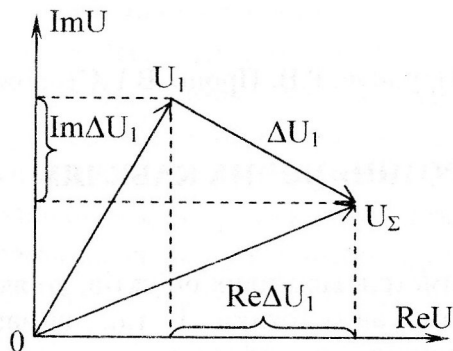


Рис. 1. Векторна діаграма

Принцип роботи системи пояснюється векторною діаграмою, показаною на рис. 1. Тут U_1 - напруга наведена в приймальному кабелі від передавального. Величина наведеної напруги є постійною або повільно змінною при зміні вологості, температури і т.д. За рахунок взаємодії тіла порушника з електромагнітним полем напруга, наведена у приймальному кабелі, змінюється і стає рівною $U_Σ$. Характер зміни амплітуди і фази різницевої напруги ΔU_1 залежить від маси тіла та способу його переміщення в області розташування ВК. Коли величина і характер зміни ΔU_1 задовольняє заданим критеріям система генерує сигнал тривоги.

Вимірювання тільки зміни амплітуди чи фази $U_Σ$ не дає повної інформації про величину ΔU_1 , тому що ортогональна до U_1 зміна ΔU_1 не приводить до зміни амплітуди $U_Σ$, а синфазна - до зміни фази. Вимірювання одночасно обох параметрів вимагає застосування різних за принципом роботи каналів і, як правило, не застосовується. Тому оптимальною є обробка квадратурних компонент $U_Σ$.

Однак, як було сказано вище, засоби охорони на ВК мають зони пониженої чутливості вздовж ділянки. Проведені дослідження сигналу, спричиненого переміщенням людини вздовж випромінюючих кабелів серії РИ-50-57-11 довжиною по 125 м, які були розташовані на ґрунті і знаходилися на віддалі 2,5 м один від одного, показані на рис. 2.

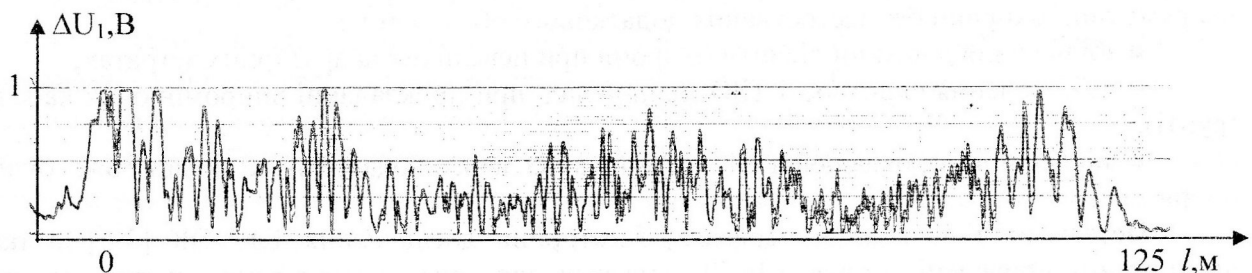


Рис. 2. Характер сигналу при переміщенні людини вздовж випромінюючих кабелів

Як видно з рисунка, в середньому, нерівномірність величини сигналу вздовж вказаного відрізка складає не менше 20 дБ. Слід зазначити, що при проведенні досліджень

авторами використовувалися кабелі RX4-3R, РИ-75-4-12 та інші, однак нерівномірність розподілу чутливості вздовж ліній лишалася приблизно на тому ж рівні. Нерівномірність чутливості вздовж кабелів може приводити до хибних спрацювань системи при перетині кабелів дрібними тваринами в зонах підвищеної чутливості і пропуску порушника при перетині ним кабелів у зоні пониженої чутливості.

З метою зменшення нерівномірності чутливості пропонувалися різні способи: використання кабелів з різними постійними поширення [4], прокладання кабелів зі змінною віддалю між ними та нерівномірне заглиблення випромінюючих кабелів в ґрунт [5]. Однак ці методи не дають очікуваного результату, а також ускладнюють виготовлення та встановлення засобів охорони на ВК.

Для пошуку шляхів зниження нерівномірності чутливості нами розроблена модель, яка дає можливість аналізувати форму очікуваного сигналу, викликаного переміщенням діелектричного тіла в області розташування ВК (рис. 3).

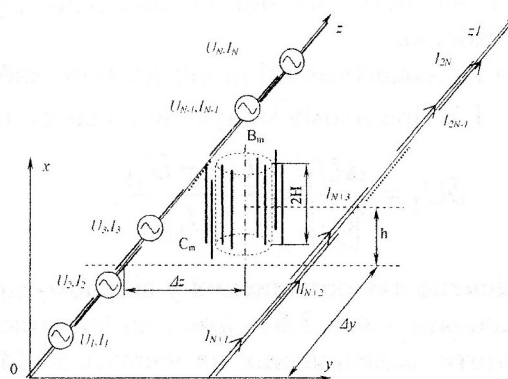


Рис. 3. Модель двопровідної системи з діелектричним тілом

Модель побудована на основі методу наведених електрорушійних сил. Оскільки поперечні розміри ВК є значно менші довжини хвилі, то його можна представити у вигляді нитки зі струмом. При цьому передавальний кабель умовно представлено у вигляді системи N зв'язаних вібраторів, з довжиною плеча $l=0,05\lambda$. Кожен такий вібратор живиться джерелом напруги U_n , де $n=1\dots N$, яка вздовж кабелю змінюється за законом біжучої хвилі [8]. Приймальний кабель представлено аналогічно системою пасивних вібраторів.

Для моделювання тіла використана система паралельних ниток струму [9], довжина яких рівна довжині тіла $2H$. Нитки, які рівномірно розміщені всередині об'єму тіла формують розсіяне поле і позначені B_m . Нитки, які рівномірно розміщені ззовні і формують заломлене поле позначені C_m , де m порядковий номер нитки. Кількість зовнішніх і внутрішніх ниток однакова і дорівнює M . Струми, які протікають в елементах передавального кабелю $I_{A1\dots N}$, в елементах приймального кабелю $I_{P1\dots N}$, струми ниток $I_{B1\dots M}$, які формують розсіяне поле та $I_{C1\dots M}$, які формують заломлене поле, визначались з умови забезпечення граничних умов для дотичних складових електричного та магнітного полів на поверхні діелектричного тіла. Як показали дослідження інтервал між нитками доцільно вибирати не більше $0,05\lambda\dots 0,06\lambda$.

Систему рівнянь для визначення невідомих струмів представлено у згорнутому вигляді, де кожний член є матрицею, розмірність якої визначається величинами M і N :

$$\begin{pmatrix} U_N \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E_{AA_{NN}} & E_{AP_{NN}} & E_{AB_{NM}} & 0 \\ E_{PA_{NN}} & E_{PP_{NN}} & E_{PB_{NM}} & 0 \\ E_{AMN} & E_{PMN} & E_{BMM} & E_{CMM} \\ H_{AMN} & H_{PMN} & H_{BMM} & H_{CMM} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} I_{AN} \\ I_{PN} \\ I_{BM} \\ I_{CM} \end{pmatrix}, \quad (1)$$

де, наприклад, E_{AMN} - матриця дотичних напруженостей електричного поля розмірністю $M \times N$, що створюється передавальним кабелем на поверхні тіла.

При відсутності тіла на навантаженні приймального кабелю встановлюється напруга U_1 , яку можна визначити згідно [10].

$$U_1 = \frac{Z_{36}}{2} \cdot \sum_n I_{Pn} \cdot e^{-\gamma(L-nl)}, \quad (2)$$

де Z_{36} - опір зв'язку, який пов'язує падіння напруги на внутрішній поверхні екрану під дією струму наведеного на його зовнішній поверхні [10], γ - комплексна постійна поширення, L - довжина кабелю.

При збуренні поля на навантаженні приймального кабелю рівень напруг змінюється і стає рівним U_Σ (див. рис. 1.). При цьому модуль відносного приросту:

$$\delta U_1 = \frac{\Delta U_1}{|U_1|} = \frac{|U_\Sigma - U_1|}{|U_1|}, \quad (3)$$

Моделювання здійснене для розміщених у вільному просторі випромінюючих кабелів довжиною 40 м при віддалі між ними 2,5 м для тіла висотою $2H=1,7$ м при $N=159$, $M=4$. На рис. 4,а. показано результати моделювання на частоті 60 МГц, яка відповідає електричній довжині кабелю 8λ , на рис. 4,б. на частоті 61,875 МГц, яка відповідає електричній довжині $8,25\lambda$, на рис. 4,в. на частоті 63,75 МГц, яка відповідає електричній довжині $8,5\lambda$.

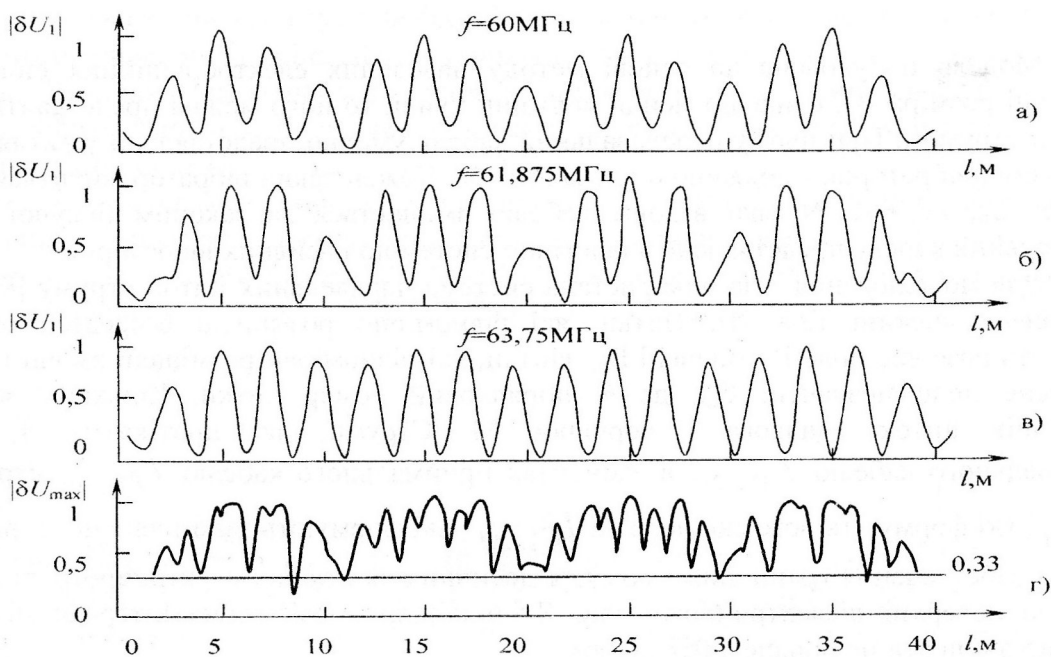


Рис. 4. Результати моделювання сигналів на різних частотах

На перших трьох графіках є січення де мінімальне значення приросту сигналу зменшується практично до нуля. Четвертий графік (рис. 4,г) одержано при накладанні перших трьох і виділенні їх максимального обвідного значення, що відповідає обробці результатів моделювання одночасно на трьох частотах. У цьому випадку нерівномірність чутливості вздовж кабелів значно зменшилась. Наприклад, при встановленні порогу спрацювання на рівні 0,33 від максимального значення при роботі на одній частоті імовірність того, що рівень сигналу буде більший за пороговий складає 0,61, а при одночасній роботі на трьох частотах – 0,96. Максимальне і мінімальне значення сигналу при цьому відрізняється приблизно у два рази. Очевидно, що розширення частотного діапазону, зокрема за рахунок використання сигналу лінійно-змінної частоти (ЛЗЧ), або серії дискретних частот, приведе до подальшого вирівнювання чутливості.

Для підтвердження результатів моделювання проведені експериментальні дослідження рівнів сигналів в ТЗО ВК. Було вибрано двадцять сім контрольних січень, які знаходилися на відстані один метр один від одного, і здійснено запис рівнів сигналів, спричинених перетином кабелів людиною, на трьох частотах. Результати дослідження представлені на рис. 5, де n – порядковий номер січення.

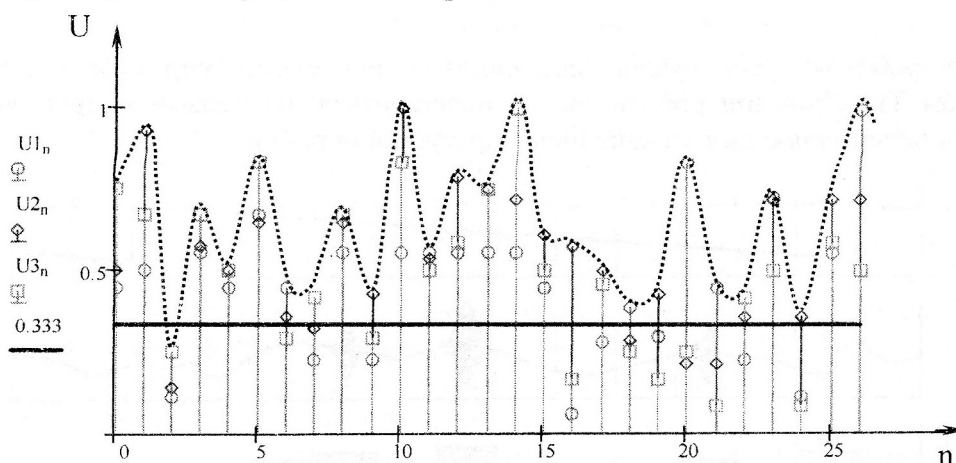


Рис. 5. Рівні сигналів спричинені перетином кабелів людиною

Колами позначені рівні сигналів на частоті 63 МГц, ромбами на частоті 64 МГц, квадратами на частоті 65,2 МГц. Як видно з рис. 5, при роботі на одній частоті, сигнали викликані перетином ліній в певних січеннях є менші за прийнятий рівень порогу. Частота події, коли це значення перевищить поріг, складає 0,6...0,7. При одночасній роботі на трьох частотах і виборі максимального сигналу було тільки одне січення, де рівень сигналу є менший за рівень порогу. У даному випадку частота події, коли рівень сигналу перевищить поріг, складатиме приблизно 0,96. Очевидно, що збільшення кількості робочих частот приведе до збільшення надійності виявлення порушника.

Дані дослідження стали передумовою для розробки технічного засобу охорони на ВК, у якому реалізовано зменшення нерівномірності чутливості за рахунок використання ЛЗЧ сигналу при одночасному виключенні впливу вузькосмугових завад на роботу пристрою.

2. Результати розробки ТЗО ВК

Нами запропонований і розроблений ТЗО, в якому реалізовано зменшення нерівномірності чутливості вздовж кабелів і виключено вплив завад різного походження на надійність роботи засобу. Структурна схема пристрою показана на рис. 6.

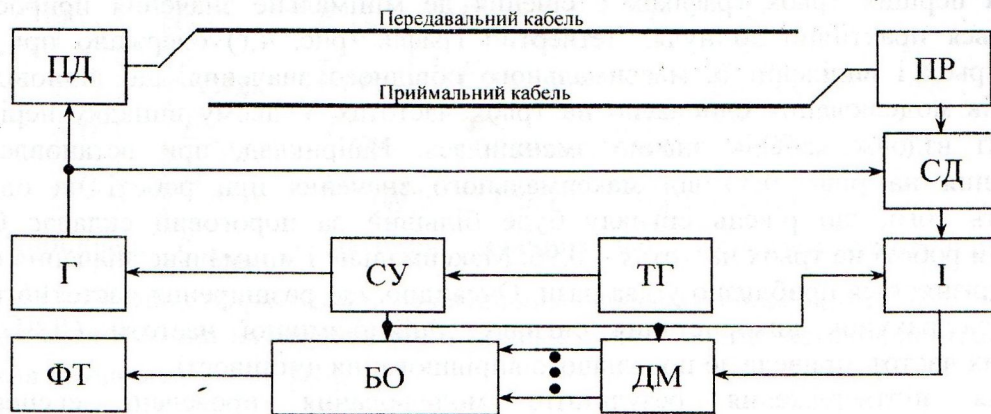


Рис. 6. Структурна схема пристрою

Керування роботою усіх вузлів здійснюється від схеми управління СУ з тактовим генератором ТГ. Принцип роботи засобу пояснюється діаграмами напруг, які показані на рис. 7, і приведені для одного з каналів квадратурної обробки.

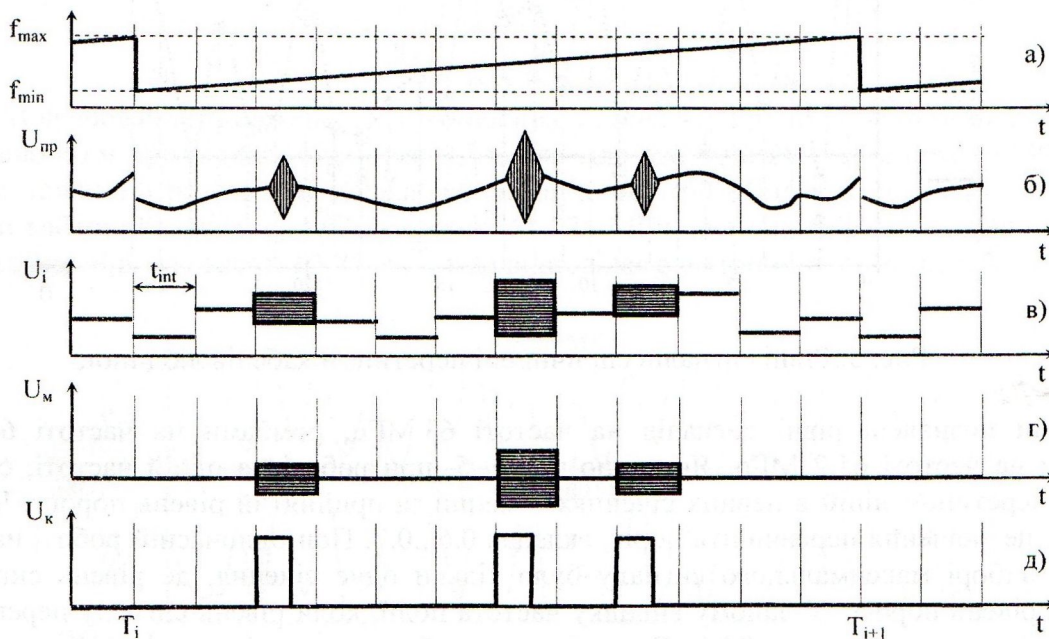


Рис. 7. Діаграми напруг в ТЗО

Пристрій працює наступним чином. Генератором Г і передавачем ПД в передавальному кабелі збуджуються коливання лінійно-змінної частоти з періодом повторення T , причому діапазон зміни частоти $f_{\min} \dots f_{\max}$ за цей період (рис. 7,а) повинен бути великим і значно більшим ширини спектру можливої вузькосмугової завади Δf_z , напр., спектру радіомовної радіостанції (~ 250 кГц). Після необхідного підсилення приймачем ПР наведеного у приймальному кабелю сигналу і його детектування синхронним детектором СД, одержуємо частотну залежність величини синфазної складової напруги зв'язку між кабелями $U_{\text{пр}}$, яка на рис. 7,б показана суцільною кривою. На цій же діаграмі заштрихованими ромбами показана можлива дія вузькосмугових завад.

Оскільки приймач є кореляційним, то він перестроюється опорним сигналом, який знімається з виходу генератора або передавача, і, тому, дія завад обмежується значеннями

частот їх спектрів. Одержаний сигнал подається на інтегратор І з запам'ятовуючим пристроєм, час інтегрування якого t_{int} вибирається дещо більшим від значення $T\Delta f_3/(f_{max} + f_{min})$. При цьому необхідно виконати умову $kt_{int} = T$, де k – найближче більше від $(f_{max} + f_{min})/\Delta f_3$ ціле число. В кінці кожного періоду інтегрування результат інтегрування запам'ятовується запам'ятовуючим пристроєм на час наступного інтегрування. Таким чином, на виході інтегратора І одержуємо напругу U_i (рис. 7,в) з постійними на протязі часових проміжків t_{int} амплітудами, пропорційними середнім значенням напруг U_{np} за попередні часові проміжки t_{int} .

При відсутності порушень амплітуди напруг на проміжках t_{int} постійні і форма напруги U_i повторюється на кожному проміжку T_i . При наявності вузькосмугових завад їх дія проявляється тільки на тих проміжках часу, на яких їх частоти дорівнюють частоті опорного сигналу. Тому на цих часових проміжках амплітуди напруг є різними на кожному з періодів T_i . Для виключення часових проміжків з дією завад з подальшої обробки сигналу можна застосувати різні методи. Наприклад, одержана напруга через демультіплексор ДМ з кожного з k його виходів подається на вхід одного з k запам'ятовуючих пристроїв блоку обробки БО з включеними послідовно з ними фільтрами високої частоти. Постійна стала часу фільтрів вибирається великою, тому, через певну кількість періодів повторення сигналу ЛЗЧ, напруга на виходах тих фільтрів, на входах яких повторюється постійний рівень напруги, поступово зведеться до нуля і тільки на виходах фільтрів, де діють завади, напруга буде весь час змінюватися. Виходи фільтрів високої частоти з'єднані з k – входним мультіплексором, вихідна напруга якого показана на рис. 7,г. За допомогою компараторів з цієї напруги можна сформувані послідовність, показану діаграмою рис. 7,д. Тут кількість імпульсів дорівнює кількості джерел вузькосмугових завад. При перетині ліній порушником зв'язок між кабелями змінюється на більшості частот, що приводить до появи більшої кількості імпульсів на виході компаратора. Перевищення кількістю цих імпульсів заданого порогу може служити для формування сигналу тривоги блоком ФТ. При дії імпульсної завади кількість імпульсів на виході компаратора наближається до k , тому це можна використати для виключення дії імпульсних завад.

Високі вимоги до лінійності зміни частоти і незалежності амплітуди на вході передавального кабелю від частоти при формуванні ЛЗЧ-сигналу не ставляться, тому для його генерування можна використати керований пилоподібною напругою автогенератор.

Висновки

У результаті роботи створено модель для розрахунку сигналу на виході приймального кабелю при переміщенні стороннього тіла та здійснено моделювання цього сигналу при переміщенні тіла вздовж кабелів. Показано зниження нерівномірності чутливості вздовж однієї ділянки при використанні серії зондуєчих сигналів на різних частотах.

Розроблено засіб охорони периметру на випромінюючих кабелях у якому для зменшення нерівномірності чутливості використовується ЛЗЧ сигнал. Завадостійкість забезпечується тим, що частотні ділянки де постійно діє завада, а також дія короткочасних імпульсних завад вилучаються при формуванні сигналу тривоги. Експериментальні дослідження проведені з використанням розробленого ТЗО ВК підтвердили теоретичні висновки.

Список літератури

1. <http://www.ELERON.com>
2. Системы периметральной сигнализации фирмы Geoqir //Охранные системы.- 2001.- №3(21).- С. 22-24.
3. Сукманов В.В. Характеристика сучасних систем периметральної охорони // Захист інформації .- 2001. - №4. – С. 52-56.

4. Пат. 4612536 США МКІ G08B 13/18. Dual velocity leaky cable intrusion detector sensor/ R. Keith Harman; заявл. 2.10.84; опубл. 16.09.86. -7с.
5. Пат. 4710753 США МКІ G08B 13/26. Security system transmission line / Brian G. Rich, John W Patchell, R. Keith Harman; заявл. 08.02.85; опубл. 01.12.87. -7с.
6. Прудіус І.Н., Проць Р.В., Голинський В.Д., Сторож В.Г., Тебенько Я.В. „Радіохвильовий засіб виявлення на лініях витікаючої хвилі” // Вісник ДУ”ЛП” “Теорія і проектування радіоелектронних пристроїв і систем” - Львів: Вид-во при ДУ”ЛП”.-1997.- № 326.- С. 33-35.
7. Іван Прудіус, Володимир Сторож, Євгенія Яковенко „Моделювання електромагнітного поля системи двох зв’язаних ліній в неоднорідному середовищі” // Вісник ДУ ЛП „Теорія і проектування напівпровідникових та радіоелектронних пристроїв”. 1998. №343 С. 69 – 73.
8. Сторож В., Проць А „Моделювання розподілу електричного струму вздовж випромінюючого кабелю” // Вісник НУ”ЛП” серія "Радіоелектроніка та телекомунікації". Львів: Вид-во при НУ”ЛП”, 2001.-№428.-С. 190-192.
9. Захарія Й.А., Прудіус І.Н., Сторож В.Г. „Моделювання впливу діелектричного тіла на параметри випромінювача” // Вісник НУ ”ЛП” серія "Радіоелектроніка та телекомунікації". Львів: Вид-во при НУ”ЛП”, 2002.-№443.-С. 3-7.
10. Гроднев И.И., Фролов П.А. Коаксиальные кабели связи. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1983. – 208 с.

УДК 621.317.799 297 + 681.849

О.В. Рыбальский

**ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ ВЫЯВЛЕНИЯ СЛЕДОВ
ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ФОНОГРАММ И ОСОБЕННОСТИ ЕЕ
ПРОГРАММНОЙ И МЕТОДИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ В
ЭКСПЕРТИЗЕ МАТЕРИАЛОВ И СРЕДСТВ ВИДЕОЗВУКОЗАПИСИ
(ЧАСТЬ 2)**

Введение

Методика диагностических исследований фонограмм построена на сравнении эквивалентов спектрограмм, полученных из вейвлет-портретов стационарных сигналов одной частоты, выделенных из образцовой и проверяемой фонограмм [1]. Такие сигналы всегда присутствуют в речи и являются фрагментами отдельных звуков [2].

Таким образом, используется стандартная для такой экспертизы методология сравнительных исследований проверяемой и образцовой фонограмм. Вместе с тем имеются существенные различия в методических подходах ее проведения для цифровых фонограмм с, например, методическими подходами при диагностических исследованиях аутентичности аналоговых фонограмм, не подвергавшихся цифровой обработке. Эти различия обусловлены особенностями образования и проявления следов цифровой обработки в цифровых фонограммах.

Основная часть

Известно, что основное требование экспертизы аналоговых фонограмм гласит: на экспертизу должны предоставляться оригинальные фонограммы [3]. Данное требование появилось как следствие неправильного методологического подхода к идеологии построения методов и средств экспертной проверки аутентичности таких фонограмм, в результате чего экспертные подразделения всех стран, где звукозапись используется в качестве доказательной базы, для диагностических исследований применяет магнитооптическую визуализацию магнитных отпечатков сигналов, фиксируемых на носителе. Однако эти методы пригодны