

УДК 681.3.06

Н. І. Попович

Ужгородський національний університет, Волошина, 54, Ужгород, 88000

e-mail: moshenec1972@ukr.net

ФІЗИЧНІ ОСНОВИ УТВОРЕННЯ ТЕХНІЧНИХ КАНАЛІВ ВИТОКУ ІНФОРМАЦІЇ

У роботі здійснено аналіз особливостей фізичного середовища поширення інформаційних сигналів. Наведено визначення технічного каналу витоку інформації, а також здійснено детальний аналіз фізичних процесів, які лежать в основі функціонування різноманітних технічних каналів витоку конфіденційної інформації.

Ключові слова: конфіденційна інформація, інформаційний процес, канал зв'язку, середовище поширення сигналу, технічний канал витоку інформації, акустичний, радіотехнічний та оптичний канал витоку інформації

Вступ

Широке використання різноманітних технічних засобів у виробничій та науковій діяльності, а також в автоматизованій обробці інформації призвело до появи технічних каналів витоку інформації. Неконтрольований витік інформації відбувається через побічні електромагнітні випромінювання й наведення різноманітного походження (електроакустичні, випромінювальні та паразитні) [1-3]. Фізичні процеси, які відбуваються в будь-яких радіоелектронних пристроях і системах, створюють навколо себе побічні випромінювання. Фізичні явища, що є причиною появи небезпечних випромінювань, можуть бути різними, проте в загальному випадку витік інформації за рахунок таких випромінювань може розглядатися як ненавмисне передавання інформації з обмеженим доступом деякою «побічною» системою зв'язку. Слід відмітити, що радіоелектронні засоби і системи можуть не тільки випромінювати у простір сигнал, що містить інформацію, але і вловлювати завдяки своїм мікрофонним та антенним властивостям акустичні або електромагнітні сигнали, перетворювати їх в електричні і передавати, як правило безконтрольно, по своїх лініях зв'язку, що суттєво збільшує загрозу витоку конфіденційної інформації. Крім того,

окремі технічні засоби часто містять високочастотні або імпульсні генератори, випромінювання яких можуть піддаватися модуляції сигналом, що містить конфіденційну інформацію [2]. У даній статті здійснено аналіз фізичних основ виникнення сучасних технічних каналів витоку інформації.

Середовище поширення сигналу

Будь-яке джерело інформації завжди взаємодіє з об'єктами навколишнього середовища, до яких відносяться фізичне середовище, технічне середовище, біологічне середовище та соціальне середовище [2].

Особливістю фізичного середовища є те, що воно може існувати в різних агрегатних станах та характеризуватися різними фізичними параметрами (густина, температура, тиск та ін.). Фізичне середовище визначально впливає на можливість передавання інформації, на її зберігання та цілісність. Джерело інформації, в свою чергу, може впливати на фізичне середовище.

Технічне середовище характеризується великою кількістю зв'язків різної природи з джерелами інформації: технічні засоби забезпечують доступ до джерела інформації, здійснюють передавання та прийом даних, знищують інформацію і т.д. Одночасно джерело

інформації може впливати на технічне середовище; відповідно в процесі взаємодії джерела інформації з компонентами фізичного й технічного середовищ з'являється ризик витоку інформації, тобто несанкціоноване перенесення інформації від її джерела до користувача-зловмисника.

Технічні канали витоку інформації є технічними системами з просторово розподіленими структурними елементами. При цьому структурні елементи мають незалежні джерела живлення і можуть бути віддаленими один від одного. Функціональні зв'язки між структурними елементами реалізуються за допомогою фізичних процесів у середовищах поширення інформації: акустичні коливання в повітрі, електропровідність з'єднувальних дротів, поширення світла в оптичному хвилеводі [4]. Будь-які компоненти навколишнього середовища можуть використовуватися для створення каналів витоку інформації. Джерелом витоку можуть бути фізичні явища, які виникають при взаємодії джерела інформації та інформаційного сигналу з компонентами навколишнього середовища.

Особливості технічних каналів витоку інформації

У відповідності до прийнятої класифікації [1-4] розглянемо фізику утворення акустичних, радіотехнічних та оптичних каналів.

Акустичні канали. Розглянемо на початку акустичні канали витоку інформації, при цьому особливу увагу приділяючи *акустично-електричним перетворенням*. Сама назва каналів витоку свідчить про те, що небезпечними сигналами в таких каналах є акустичні сигнали, зумовлені механічними коливаннями частинок пружного середовища [5]. Отже, акустичні сигнали можуть поширюватися у будь-якому пружному середовищі. Саме цим пояснюється можливість проходження акустичних сигналів через елементи будівельних конструкцій (стіни, стеля, підлоги, двері, скло вікон, труби і т. п.).

Акустичний (звуковий) сигнал з частотою від 20 до 20000 Гц може безпосередньо сприйматися органами слуху людини. Крім звукового, виділяють інфразвуковий (від 0 до 20 Гц) та ультразвуковий (понад 20000 Гц) діапазони частот акустичних коливань.

Для того, щоб передати звук по каналах зв'язку або записати на носій інформації, акустичний сигнал необхідно перетворити у відповідний електричний сигнал за допомогою мікрофона. Сучасні динамічні, конденсаторні та електретні мікрофони забезпечують високу якість запису та відтворення акустичної інформації.

Для несанкціонованого одержання звукової інформації можуть використовуватися й інші елементи електричних та електронних приладів за рахунок акустоелектричних перетворень, що є результатом так званого "мікрофонного ефекту". Принцип цього ефекту можна пояснити на прикладі звичайного телефону. Відомо, що на телефон від лінії подається постійний струм з напругою 45 В. Також відомо, що у вхідному каскаді телефону завжди є трансформатор, під'єднаний до лінії. Телефон знаходиться у повітряному середовищі, яке добре передає акустичні сигнали. На трансформатор діє акустичний сигнал розмов, що ведуться у приміщенні з телефоном. При цьому по телефону у цей час розмови не ведуться, але дія акустичних хвиль на трансформатор завдяки явищу *магнітострикції* збуджує у ньому змінне магнітне поле, яке, в свою чергу, спричинює виникнення струму самоіндукції в обмотках трансформатора. А цей струм можна зняти безпосередньо з телефонної лінії, під'єднаної до телефонного апарату [2].

Крім того, дія акустичних коливань на обмотки трансформатора викликає у них зміну величини паразитної міжвиткової ємності [4,5], що призводить до зміни власної резонансної частоти обмоток трансформатора. Аналогічні ефекти виникають також і в елементах інших технічних засобів (елементи електричних годинників, електродинамічні

гучномовці, деякі датчики пожежної та охоронної сигналізації). Слід додати, що уникнути паразитної міжвиткової ємності та зміни власної резонансної частоти неможливо. Описані ефекти залежать від частоти звукової хвилі, що їх спричинює, та від її тиску, тобто від інформаційного сигналу. Відповідно витік акустичної інформації може відбутися через телефонну лінію або будь-який інший допоміжний технічний засіб [6].

Радіотехнічні канали. Головною особливістю радіозв'язку є використання процесу *модуляції* для перетворення інформаційного сигналу у сигнал, який може бути переданий по каналу зв'язку [7-11]. Для передавання інформаційного сигналу на відстань використовується сигнал - носій. Сигнал - носій ще називають сигналом, що модулюється (несучим сигналом або коливанням), інформаційний сигнал – модулюючим сигналом. У результаті накладання інформаційного сигналу та сигналу - носія утворюється модульований сигнал, який і передається по каналу зв'язку. Як правило, частота несучого коливання завжди більша, ніж частота інформаційного сигналу [7], а передавання високочастотного сигналу вимагає суттєво менших енергетичних затрат, ніж низькочастотного інформаційного сигналу [8-10].

Для неперервного (аналогового) сигналу застосовують три основні види модуляції: амплітудну, частотну та фазову [7-10].

З переходом на цифрові методи зв'язку широкого використання набули також методи амплітудно-імпульсної модуляції (найчастіше для перетворення неперервних сигналів у цифрові).

Нехай інформаційний сигнал визначається функцією $s_1(t)=A_m \sin \Omega t$, а сигнал-носій - функцією $s_2(t)=B_m \cos \omega t$. Тоді модульований сигнал можна записати як

$$s_m(t) = A_m \sin \Omega t \times B_m \cos \omega t = \frac{A_m B_m}{2} [(\sin(\Omega + \omega)t + \sin(\Omega - \omega)t)] \quad (1)$$

де Ω – частота інформаційного сигналу, ω – частота сигналу - носія, A_m – амплітуда інформаційного сигналу, B_m – амплітуда сигналу-носія.

Отже, у модульованому коливанні присутні всі компоненти інформаційного сигналу, які можна виділити у процесі *демодуляції (детектування)*. Класифікація радіоканалів витоку інформації наведена на рис.1.

Паразитні випромінювання. Будь-який електронний прилад генерує паразитне випромінювання на індивідуальній власній частоті [2,7]. Це явище спричинене численними *паразитними ємнісними зв'язками*, що обов'язково утворюються між дротами, друкованими струмопроводами, ніжками електрорадіоелементів та ін. При цьому виникають нові паразитні ланцюги, появу яких неможливо передбачити при проектуванні приладів та у процесі їх виробництва. Паразитні ланцюги призводять до появи паразитних позитивних зворотних зв'язків, що й перетворює будь-який (навіть низькочастотний) електронний прилад у передавач, що випромінює в ефір паразитні коливання на високих та надвисоких частотах (рис.2).

При проектуванні та виробництві більшості технічних засобів паразитними випромінюваннями нехтують, оскільки вони не впливають на функціонування обладнання. Паразитні ефекти беруться до уваги тільки при проектуванні спеціальних або захищених технічних систем [2].

Як правило, в технічних системах присутні нелінійні елементи (транзистори та транзисторні мікросхеми), які зазнають впливу інформаційного сигналу. Відповідно паразитний сигнал модулюється інформаційним сигналом.

Оскільки паразитні випромінювання високочастотні, то вони, незважаючи на малу потужність, можуть поширюватися на сотні метрів, утворюючи віддалений канал витоку інформації.

Крім того, паразитні сигнали є джерелом наведень.

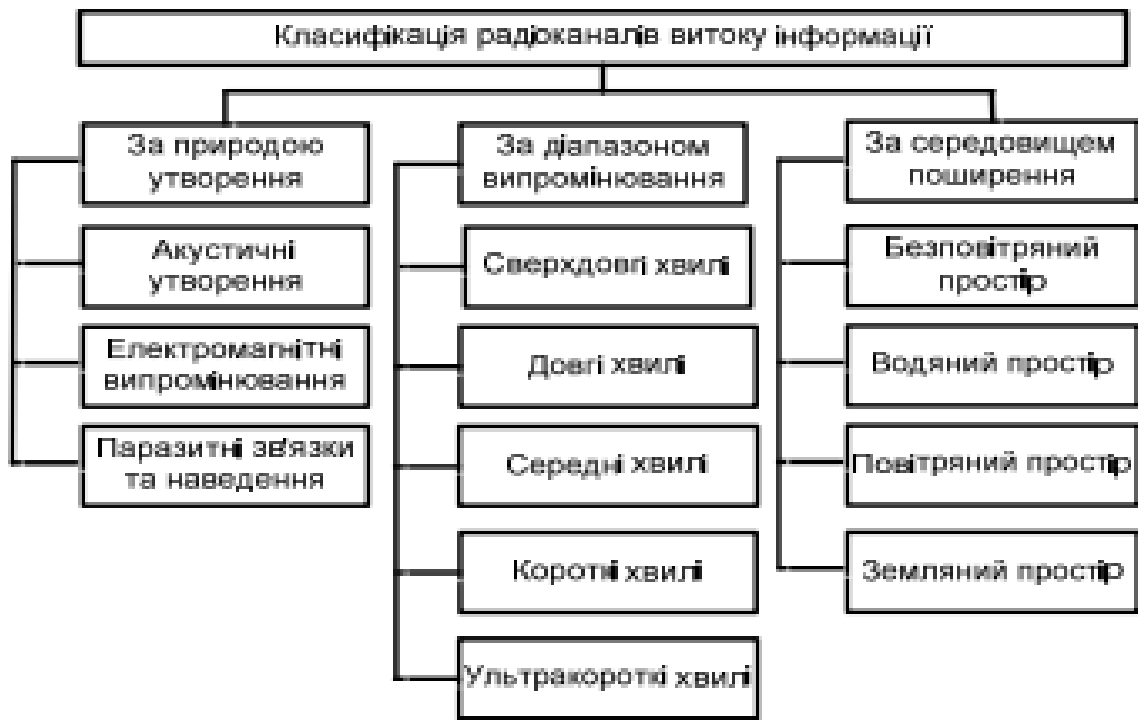


Рис.1. Радіоканали витоку інформації

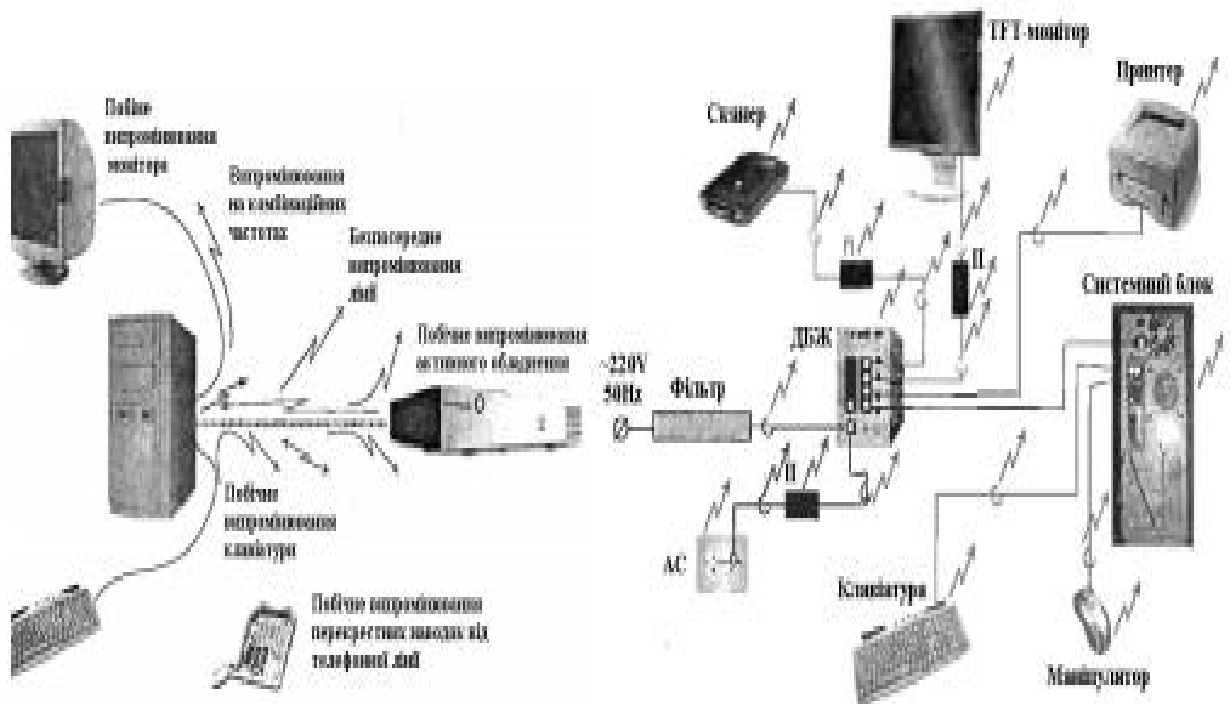


Рис.2. Джерела побічного випромінювання

Наведення – це сигнал, що генерується у будь-якій струмопровідній конструкції (наприклад, на трубах центрального опалення) завдяки явищу самоіндукції [2]

– у будь-якому нерухомому провіднику в змінному електромагнітному полі виникає індукційний струм. Оскільки паразитне випромінювання несе небезпечний сигнал,

то за допомогою спеціального обладнання такий сигнал можна зняти з будь-якого струмопровідного елемента допоміжних конструкцій та мереж.

Оптичне випромінювання. Оптичні канали витоку інформації утворюються випромінюванням, перевипромінюванням та відбиванням в інфрачервоній, видимій та ультрафіолетовій областях спектру [3]. Нині існують ефективні оптичні системи, що дозволяють з відстані близько сотні кілометрів розрізняти навіть номерні знаки автомобіля, тому сфотографувати документ із відстані кількох сотень метрів не є проблемою. Волоконно-оптичний зв'язок - вид дротового електрозв'язку, який використовує в якості носія інформаційного сигналу електромагнітне випромінювання оптичного або інфрачервоного діапазону, а в якості направляючих систем волоконно-оптичні кабелі [2]. В основі функціонування волоконно-оптичних ліній зв'язку лежить принцип поширення світлових хвиль оптичними хвилеводами на велику відстань. При цьому електричні сигнали, що несуть інформацію, перетворюються в світлові імпульси, які з мінімальним затуханням передаються по волоконно-оптичному кабелю. Оптоволоконні лінії є комбінацією матеріалів з різними оптичними та механічними характеристиками, поєднуючи в собі механічну міцність та високий коефіцієнт заломлення світла [12-15].

При передачі інформації по оптоволоконних лініях використовується модуляція інтенсивності світла, відповідно канали витоку формуються в залежності від інтенсивності світлового потоку. Оптоволоконні канали витоку інформації можна розділити на три типи [12]:

А. Порушення повного внутрішнього відбивання. Перший канал витоку формується при виході частини випромінювання з хвилевода внаслідок порушення повного внутрішнього відбивання при поширенні світлового променя всередині хвилевода.

Б. Реєстрація розсіяного випромінювання. Сигнал при передачі по волоконно-оптичній лінії зв'язку не потребує

підсилення (завдяки дуже малим втратам у каналі передачі). Але так як ретрансляція інформації відбувається на значні відстані (>100 км), необхідна генерація світлових імпульсів значної потужності. Високі потужності вхідного світлового потоку в зонах ретрансляторів розсіюються, утворюючи канал витоку інформації.

В. Параметричні методи реєстрації випромінювання. Канал витоку формується при змінні властивостей самого оптоволоконна. Оптичне випромінювання, яке є носієм інформації, викликає зміну фізичних параметрів самого оптоволоконна [15]. Модуляцію властивостей оптоволоконна в залежності від інтенсивності світлових імпульсів можна реєструвати спеціальними високочутливими приймачами. До основних характеристик оптичного хвилевода можна віднести показник заломлення, показник поглинання, зміну геометричних розмірів, властивостей поверхні волоконна.

Висновки

Бурхливий розвиток сучасних технологій і технічних засобів сприяє постійному розширенню спектру можливих каналів витоку інформації, тому дослідження технічних каналів витоку стає все більш актуальним і складним завданням.

Детальне вивчення процесів, які лежать в основі функціонування технічних каналів витоку інформації, має бути обов'язковою передумовою створення ефективної системи захисту інформаційних ресурсів, тому що на ефективність систем захисту інформації суттєво впливають характеристики каналів її витоку. Створення систем ефективного захисту має відбуватися з урахуванням особливостей реальних технічних каналів. З іншого боку, особливості реальних каналів витоку інформації можуть бути успішно використані зловмисником для реалізації несанкціонованого доступу до конфіденційної інформації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ 3396.0-96. Захист інформації. Технічний захист інформації. Загальні положення.
2. Хорев А.А. Защита информации от утечки по техническим каналам. Часть 1. Технические каналы утечки информации. Учебное пособие. – М.: Гостехкомиссия России, 1998. – 320 с.
3. Термінологічний довідник з питань технічного захисту інформації / Коженевский С. Р., Кузнецов Г. В., Хорошко В. О., Чирков Д. В. / Під ред. В. О. Хорошка - К.: ДУІКТ, 2007. – 375 с.
4. Хорошко В. А., Чекатков А. А. Методы и средства защиты информации. – К.: Юниор, 2003. – 504 с.
5. В. К. Иофе, В. Г. Корольков, М. А. Сапожков. Справочник по акустике / Под ред. М. А. Сапожкова. – М.: Связь, 1979. – 312 с.
6. Ю. Ф. Каторин, Е. В. Куренков, А. В. Лысов, А. Н. Остапенко. Большая энциклопедия промышленного шпионажа. – СПб.: ООО «Издательство Полигон», 2000. – 896 с.
7. Радиотехнические системы передачи информации. Учебное пособие для вузов / В. А. Борисов, В. В. Калмыков, Я. М. Ковальчук и др. / Под ред. В. В. Калмыкова - М.: Радио и связь, 1990. - 304 с.
8. Радиосистемы передачи информации. Учебное пособие / В. А. Васин, В. В. Калмыков, А. И. Сенин; под ред. И. Б. Федорова и В. В. Калмыкова.- М.: Горячая линия-Телеком, 2005. - 472с.
9. Радиовещание и электроакустика. Учебник для ВУЗов. / Под ред. М. В. Гитлица - М.: Радио и связь, 1989.-432 с.
10. Гоноровский И. С. Радиотехнические цепи и сигналы. Учебник для ВУЗов. - М.: Советское Радио, 1986. – 387 с.
11. Капустян М. В. та ін. Сигнали та процеси в телекомунікаційних мережах. - К.: ДУІКТ, 2006. - 228с.
12. Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи. - М.: Техносфера, 2006. – 496 с.
13. Защита информации на волоконно-оптических линиях связи от несанкционированного доступа / А. Манько, В. Каток, М. Задорожный // Прав., нормат. та метрол. забезп. системи захисту інформації в Україні. - 2001. - Вип. 2. - С. 249-255.
14. Семенов А. Б. Волоконно-оптические подсистемы современных СКС. – М.: Академия АйТи ДМКПресс, 2007. – 632 с.
15. Бейли Д., Райт Э. Волоконная оптика: теория и практика. Пер. с англ. – М.: КУДИЦ-ПРЕСС, 2008. – 320 с.

Стаття надійшла до редакції 18.05.2014

Н. И. Попович

Ужгородский национальный университет, Волошина, 54, Ужгород, 88000

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБРАЗОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ КАНАЛОВ УТЕЧКИ ИНФОРМАЦИИ

В работе осуществлен анализ особенностей физической среды распространения информационных сигналов. Приведено определение технического канала утечки информации, а также осуществлен подробный анализ физических процессов, на которых базируется функционирование разнообразных технических каналов утечки конфиденциальной информации.

Ключевые слова: конфиденциальная информация, информационный процесс, канал связи, среда распространения сигнала, технический канал утечки информации, акустический, радиотехнический и оптический каналы утечки информации.

N.I. Popovych

Uzhgorod National University, Voloshina str., 54, Uzhgorod 88000, Ukraine

PHYSICAL PRINCIPLES OF FORMATION OF THE TECHNICAL INFORMATION LEAKAGE

In this work the characteristics of the physical environment of information signals dissemination are analyzed. The definition of technical information leakage is presented, and detailed analysis of the physical processes that underlie the functioning of various technical leakage of confidential information is made.

Keywords: confidential information, information process, communication channel, signal propagation environment, technical information leakage, acoustic, radio and optical channel of information leakage.

