



УДК 004.056

DOI <https://doi.org/10.17721/ISTS.2021.1.35-43>

О. А. Лаптев, orcid.org/0000-0002-4194-402X,
alaptev64@ukr.net

С. О. Лаптев, orcid.org/0000-0002-7291-1829,
salaptiev@gmail.com

Т. О. Лаптева, orcid.org/0000-0002-5223-9078,
tetiana1986@ukr.net

Державний університет телекомунікацій, Київ, Україна

УДОСКОНАЛЕНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ВИПАДКОВИХ РАДІОСИГНАЛІВ ЗА ВІДХИЛЕННЯМ ГОЛОВНИХ ПАРАМЕТРІВ СИГНАЛІВ

Запропоновано вдосконалений метод визначення випадкових радіосигналів, які можуть бути сигналами засобів негласного отримання інформації. Новизна методу полягає у визначенні відхилення головних параметрів сигналів від заданих параметрів. Метод об'єднує методи визначення відхилення амплітуди від амплітуди сигналів засобів, що легально працюють у цьому радіодіапазоні, та метод визначення фаз випадкових сигналів. Сигнали засобів негласного отримання інформації визначають за середньоквадратичним відхиленням (дисперсією) амплітуд та фаз сигналів.

Для визначення засобів негласного отримання інформації пропонується на першому етапі визначати відхилення амплітуди від амплітуди сигналів легально працюючих пристроїв або від амплітуди сигналів файла "зразка", на другому етапі – визначати відхилення фаз сигналів. Таким чином, за двома параметрами відхилення амплітуди та фази можливо з великою ймовірністю визначати сигнали засобів негласного отримання інформації. Шляхом вимірювання параметрів сигналів легально працюючих пристроїв та використання цих параметрів, як параметрів файла "зразка", суттєво збільшується ймовірність визначення випадкових сигналів. Це досягається суттєвим скороченням часу за рахунок виключення відомих сигналів із додаткового програмного аналізу заданого радіодіапазону.

Для підтвердження запропонованого сукупного методу проведено моделювання методу визначення відхилення амплітуди та методу визначення фаз випадкових сигналів, які можливо і є сигналами засобів негласного отримання інформації. Отримано графічні матеріали, які цілком підтверджують можливість визначення сигналів засобів негласного отримання інформації запропонованим методом.

Ключові слова: метод, порівняння, визначення сигналів, дисперсія, амплітуда, фаза, моделювання.

1. ВСТУП

Особливістю теперішнього часу є перехід від індустріального суспільства до інформаційного, в якому інформація стає важливішим ресурсом, ніж матеріальні або енергетичні ресурси. Інформація стала найціннішим ресурсом у сучасному світі. Під її впливом наше життя змінюється щохвилини. Боротьба за інформаційні ресурси стала дуже запеклою. Інформація часто стає фактором великомасштабних конфліктів, трагедій і політичних маніпуляцій. Таким чином, існує потреба в забезпеченні конфіденційності, цілісності та на-

дійності даних, що обробляються заради мирного та стабільного тихого життя.

Вартість інформації часто в сотні або тисячі разів перевищує вартість комп'ютерної системи, в якій вона зберігається. Технічна розвідка охоплює всі сфери ринкової економіки. Збиток від економічної розвідки становить сотні мільярдів доларів на рік. Наприклад у Німеччині збиток оцінюється у 50 млрд євро на рік, у США вже у 150 млрд доларів на рік. Згідно з дослідженнями зарубіжних фірм 76 % компаній і державних установ стикалися з промисловою розвідкою.

© Лаптев О. А., Лаптев С. О., Лаптева Т. О., 2021



Тому питання інформаційної безпеки сьогодні як ніколи актуальне.

Витік інформації з технічного каналу означає неконтрольоване поширення інформації від носія інформації, який захищений, через фізичне середовище, до технічних засобів, які перехоплюють інформацію. Технічні засоби приймання та передачі інформації є засобами прихованого отримання інформації. Гарантоване виявлення і надійне розпізнавання сигналів цих інструментів – дуже важливе завдання.

Проблема полягає в тому, що важко відрізнити легальний пристрій, що працює за прямим призначенням, від пристрою для негласного отримання інформації, що робить методи виявлення засобів негласного отримання інформації актуальними.

1.1. АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Значну кількість публікацій присвячено питанням захисту інформації, пошуку і локалізації засобів негласного отримання інформації.

Так, у роботі [1] розглянуто питання пошуку засобів негласного отримання інформації за допомогою пошукових систем і допоміжних пристроїв. Однак для виявлення сигналів засобів негласного отримання інформації використовують, в основному, тільки принципи, викладені у програмному пакеті, і питання виокремлення сигналів для подальшого розпізнавання та ідентифікації не розглядається.

У [2, 4] описано методи пошуку засобів негласного отримання інформації з використанням пошукового обладнання (ручні методи) і пошукових систем (напіваавтоматичні методи), а також пошук радіозакладки, за допомогою приладів для вимірювання відстані, до засобів негласного отримання інформації. Але ці методи [2, 4] не дозволяють показувати сам сигнал радіозакладки, пошук проводиться з урахуванням переважно практичного досвіду фахівця та техніко-акустичних характеристик обладнання.

У роботі [3] наведено методи виявлення сигналів засобів негласного отримання інформації та їхнє узагальнення, входження в базу даних із послідовними спектральними й іншими методами аналізу. Однак питання аналізу сигналів із метою поділу реальних і складних радіосигналів не піднімається. У результаті використовують значні математичні та технічні ресурси, що збільшує час пошуку небезпечних сигналів, які можуть бути сигналами засобів негласного отримання інформації.

У [5, 7] розглянуто методи спектрального аналізу, засновані на використанні математичних моделей для опису сигналу, але при їхньому використанні робиться припущення про поведінку сигналу поза інтервалом спостереження. Завдання спектрального аналізу або оцінки в цьому випадку – знайти параметри своєї моделі, яка вибирається на підставі наявної апріорної інформації про досліджуваний процес. Це метод спектрального аналізу, який використовує частину класичного методу Проні. Пропонується визначати не тільки статичні параметри, але і швидкість зміни цих параметрів. Швидкість зміни параметрів дозволяє більш точно визначати небезпечний радіосигнал передачі інформації. Але такий метод дуже складний і вимагає багато часу, що може не дозволити своєчасно виявити засоби негласного отримання інформації, які працюють в імпульсному режимі.

Математичне моделювання у [8] розглянуто на прикладі моделі конкретних параметрів. Але деякі параметри є імовірними, питання взаємозв'язку вхідних параметрів у разі моделювання процесів, глибини їхнього взаємозв'язку в моделі не розглядаються. Ці чинники взаємозв'язку і взаємодії можуть значно спотворити результати моделювання і поставити під сумнів адекватність моделі й отриманих результатів.

У [9] досліджено розрахунок основних параметрів випадкових сигналів методом, заснованим на математичній моделі диференціальних перетворень у межах теорії кореляції. Але немає чітко визначених параметрів для знаходження сигналів засобів негласного отримання інформації.

У роботах [10–13] проаналізовано складність сучасного радіомоніторингу в інтересах забезпечення виявлення радіосигналів засобів негласного отримання інформації. Проблема в тому, що сучасні закладні пристрої з передачею інформації по радіоканалу все частіше використовують ті ж стандарти передачі інформації, що і пристрої, які працюють у дозволених державою смугах частот, та розташовані у приміщеннях, де проводять пошукові роботи. Таким чином, старі методи радіомоніторингу не дозволяють ідентифікувати закладні пристрої, що працюють під виглядом пристроїв, що працюють легально. Необхідно розробити нові науково-методичні методи для пошуку прихованих засобів негласного отримання інформації, які працюють в дозволених державою смугах частот.

Перераховані вище фактори дозволяють зробити висновок про те, що на сучасному етапі розвитку суспільства процес пошуку небезпечних сигналів переходить на якісно інший рівень.



Проблема відмінності легального пристрою, що працює за прямим призначенням, від пристрою, що використовується для негласного отримання інформації, є складною, що свідчить про актуальність розроблення методів виявлення засобів негласного отримання інформації.

1.2. МЕТА СТАТТІ

У процесі захисту інформації виникає завдання виявлення критичних загроз витоку інформації. Засоби негласного отримання інформації – одна з найсерйозніших загроз витоку інформації. Надійне виявлення прихованих засобів отримання інформації є дуже складним завданням. Тому і питання розроблення нових методів і способів виявлення засобів негласного отримання інформації дуже актуальне.

Метою дослідження є вдосконалення методу виявлення сигналів засобів негласного отримання інформації.

2. ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

У процесі пошуку засобів негласного отримання інформації пропонується використовувати метод оцінювання параметрів випадкового сигналу. Причому у запропонованому методі змінами параметрів відомих сигналів радіомоніторингу можна знехтувати. Точніше, постійними або легальними сигналами, які працюють у цьому радіодіапазоні частот, можна знехтувати [13–15, 19]. У першому наближенні ці сигнали слід ігнорувати. Таким чином, завдання полягає в тому, щоб оцінити змінний параметр, застосований для приймання повністю відомого сигналу на тлі білого шуму. Завдання – виявлення сигналу, який коливається на тлі сигналів, законно працюючих у заданому діапазоні частот. Тоді будемо розглядати такий варіант представлення радіосигналів.

Нехай на вхід приймального пристрою в момент часу надходить додаткова суміш:

$$x(t) = A_0 S_0(t, l_0(t)) + b(t), \quad (1)$$

де $S(t, l_0(t)) = A_0 S_0(t, l_0(t))$ – корисний сигнал, $b(t)$ – сигнал білого шуму.

Під час оптимального прийняття сигналу пристрій має побудувати логарифм функції вірогідності флюктуючого параметра. Точне розв'язання задачі побудови функції правдоподібності флюктуючого параметра, у загальному вигляді, отримати дуже складно і це вимагає великої кількості апріорних даних [16, 17, 20]. З фундаментальної точки зору апостеріорна щільність ймовірності може бути знайдена у двох випадках.

Перший випадок, $l_0(t)$ – параметр є марковським процесом. Другий, якщо параметр $l_0(t)$ – нормальний випадковий процес.

Для отримання наближеного виразу апостеріорної щільності ймовірності в оптимальному прийнятті сигналу на тлі білого шуму можна врахувати, що протягом часу, котрий дорівнює часу кореляції параметра флюктуації, значення оцінюваного параметра залишається незмінним.

У реальних умовах остаточний час інтегрування визначається постійною часу пристрою для порівняння сигналів флюктуацій із постійними допустимими сигналами заданого частотного діапазону та постійною часу згладжувальних фільтрів, розташованих після дискримінаторів.

Тоді отримуємо

$$V_s(l, T) = \int_0^T W(T-t) x(t) s(l, t) dt, \quad (2)$$

де $W(T-t)$ – ваговий коефіцієнт характеристик пристрою для порівняння сигналів флюктуації з постійними допустимими сигналами заданого частотного діапазону і постійною часу згладжувальних фільтрів.

Наявність вагового коефіцієнта у виразі (2) можна інтерпретувати таким чином. Оскільки оцінка формується у конкретний момент часу через коливання параметра оцінки, інформація про її значення, яка була відома у виразі, що передусе часу $T = t$, поступово втрачає свою вагу.

У виразі (2) передбачається, що більш цікаві для нас значення параметра вимірюються в $T = t$. Однак потрібно враховувати, що в деяких випадках рекомендується визначати оцінку вдруге, наприклад $T \geq t_1$. Це положення характерно для сигналів прямокутної форми, коли із часом $T = t$, значення сигналу падає до мінімуму або до 0.

$$W(T-t) = e^{-\beta(T-t)}, \quad 0 \leq t \leq T, \quad (3)$$

або

$$W(T-t) = e^{-\frac{1}{2}\beta(T-t)^2}, \quad 0 \leq t \leq T, \quad (4)$$

де β -параметр обчислюється обернено пропорційно часу кореляції флюктуації оцінюваного параметра.

Якщо вимога виконана: час спостереження набагато більший, ніж час кореляції флюктуацій оцінюваного параметра, то нижня межа інтегрування може бути розширена з 0 до $-\infty$.

Тоді вираз (2) набуде вигляду

$$V_s(l, T) = \int_{-\infty}^T W(T-t) x(t) s(l, t) dt. \quad (5)$$



Якщо ваговий параметр залежить від модуля різниці в часі $|t_1 - t_2|$ і t_1 набагато більше, $T - t_1$, ніж час кореляції флуктуацій, тоді оцінюється вираз (2) та набуде вигляду

$$V_s(l, T) = \int_{-\infty}^T W(|t - t_1|) x(t) s(l, t) dt. \quad (6)$$

Для розрахунку статичних характеристик оцінки – дисперсії – уявімо вихідний сигнал у вигляді сигналу і шуму:

$$V_s(l, T) = S(l, T) + N(l, T), \quad (7)$$

де

$$S(l, T) = \int_0^T W(T - t) s(l_0, t) s(l, t) dt, \quad (8)$$

$$N(l, T) = \int_0^T W(T - t) n(t) s(l, t) dt. \quad (9)$$

Щоб визначити параметри оцінки максимального вихідного сигналу пристрою, враховуючи,

Дисперсія оцінки флуктуючого параметра сигналу визначається виразом

$$D(l) = \left[\frac{N_0 \times \int_0^T W^2(T - t) \frac{d^2}{dl_1 dl_2} S(t, l_1) S(t, l_2) dt}{2 \left| \int_0^T W(T - t) S(t, l_1) \frac{d^2 S(t, l)}{d^2 l} dt \right|^2} \right]_{l_0=l_1=l_2=l}. \quad (12)$$

Для параметрів, закодованих у фазі радіосигналу, з точністю до швидко осцилюючих членів, справедливе рівняння:

$$\left[\frac{d^2}{dl_1 dl_2} S(t, l_1) S(t, l_2) dt \right]_{l_0} = \left[\frac{d^2}{d^2 l} S(t, l_1) S(t, l_2) \frac{dl}{dl_1} \frac{dl}{dl_2} \right]_{l_0} = -S(t, l_0) \frac{d^2}{d^2 l} S(t, l_0). \quad (13)$$

Тоді вираз (12) можна представити у вигляді

$$D(l) = -\frac{N_0}{2} \times \frac{\int_0^T W^2(T - t) S(t, l_0) \frac{d^2}{d^2 l} S(t, l) dt}{\left[\int_0^T W(T - t) S(t, l_0) \frac{d^2 S(t, l)}{d^2 l} dt \right]_{l_0}}. \quad (14)$$

Вираз (14) – це вираз для виявлення будь-якого випадкового відхилення від параметрів радіосигналів, які законно діють у заданому діапазоні радіочастот. Тобто це вираз, реалізація якого в автоматизованому програмному комплексі пошуку прихованих засобів негласного отримання інформації дозволить виявляти випадкові сигнали, які, можливо, є сигналами засобів негласного отримання інформації.

що інтегрування вагової функції $W(T - t)$ не змінює цілісність сигнальної функції вираження (8) в точці $l = l_0$, можна використовувати вирази для випадкової оцінки параметра та дисперсії випадкової величини.

Вираз для оцінки випадкових параметрів:

$$\Delta l = \left[\frac{\frac{d}{dt} N(t)}{\frac{d^2 S(l)}{d^2 l}} \right]_{l=l_0}. \quad (10)$$

Вираз для дисперсії оцінки випадкової величини:

$$D(l) = \langle \Delta l^2 \rangle = \left[\frac{\frac{d^2}{dl_1 dl_2} \langle N(t_1) N(t_2) \rangle}{\left| \frac{d^2 S(l)}{d^2 l} \right|^2} \right]_{l_0}. \quad (11)$$

Блок-схема вимірювача відхилення випадкового сигналу зображена на рис. 1.

Для підтвердження запропонованого методу виконаємо математичне моделювання процесу виявлення параметрів випадкових сигналів. Для цього візьмемо сигнал, який буде імітувати випадковий сигнал, визначимо "сигнали пристроїв, які законно працюють у цьому радіодіапазоні". Сигнали, що законно працюють у цьому радіодіапазоні, визначаємо шляхом сканування вказаного



радіодіапазону. Порівняємо ці сигнали і визначимо параметри відхилення від "сигналів пристроїв, які законно працюють в цьому радіодіапазоні".

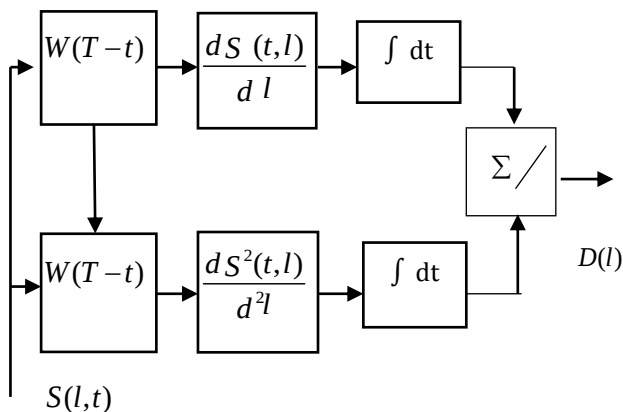


Рис. 1. Блок-схема вимірювача відхилення параметрів випадкового сигналу від "сигналів пристроїв, які законно працюють в цьому радіодіапазоні"

Отримані графічні матеріали моделювання зображено на рис. 2.

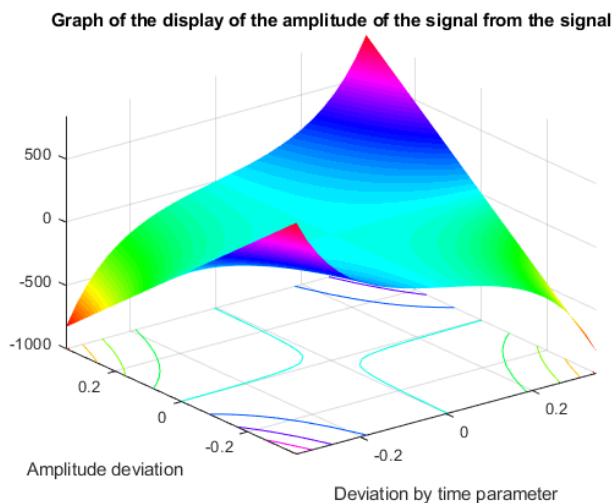


Рис. 2. Графік визначення відхилення амплітуди випадкового сигналу від амплітуди відомих сигналів "сигналів пристроїв, які законно працюють в цьому радіодіапазоні"

Графік на рис. 2 визначає залежність відхилення амплітуди випадкового сигналу, який імітує сигнал засобу негласного отримання інформації, від амплітуд сигналів файла "зразка" або файла параметрів "сигналів пристроїв, які законно працюють у цьому радіодіапазоні".

Бачимо відсутність відхилення амплітуд сигналів, тобто випадковий сигнал відсутній, при довільній зміні інших параметрів відхилення дорівнює нульовому значенню, що відповідає дійсності. У разі виникнення відхилення амплітуди випадкового сигналу від

амплітуди відомих сигналів, функція параметра відхилення від зміни параметрів сигналу значно зростає в абсолютному значенні. Причому зростання проходить у сотні разів швидше ніж відхилення амплітуди. Це доводить можливість визначати незначні відхилення амплітуди від амплітуди відомих сигналів або "сигналів пристроїв, які законно працюють в цьому радіодіапазоні". Указане свідчить про надійність запропонованого методу.

Графічні результати, отримані внаслідок математичного моделювання, підтверджують можливість виявлення відхилення амплітуди випадкового сигналу, що імітує сигнал засобу несанкціонованого отримання інформації, від "сигналів пристроїв, які законно працюють у цьому радіодіапазоні". Тобто, запропонованим методом можливе виявлення сигналів засобів негласного отримання інформації.

Для більш точного виявлення сигналів засобів негласного отримання інформації та виключення помилкового прийняття рішення по виявленому сигналу необхідно аналізувати більшу кількість параметрів сигналу. Тому пропонується подальше вдосконалення методу шляхом додаткового аналізу параметрів сигналів. Указаний метод пропонує аналізувати такий параметр, як фаза сигналу і дозволяє визначати відхилення такого параметра, як фаза сигналу.

Для пояснення запропонованого методу розглядатимемо сигнал у вигляді

$$S(t, \varphi_0) = A_0 U_0(t) \cos[\omega t + \psi_0(t) - \varphi_0], \quad (15)$$

$$0 < t < T,$$

де $U_0(t)$ – функція амплітудної модуляції, $\psi_0(t)$ – функція фазової модуляції, A_0 – амплітуда сигналу, φ_0 – початкова фаза сигналу.

Корисний сигнал на виході приймача у разі приймання його на фоні "сигналів пристроїв, які законно працюють у цьому радіодіапазоні", має такий вигляд:

$$S(\varphi - \varphi_0) \approx \cos(\varphi - \varphi_0) \frac{A_0^2}{2} \int_0^T U_0(t) F(t) dt = (16)$$

$$= Q_0 \cos(\varphi - \varphi_0).$$

Тоді дисперсія оцінки фази з урахуванням другого наближення

$$D(\varphi) = \frac{1}{Q_0} \left(1 + \frac{1}{Q_0}\right), \quad (17)$$

де Q_0 – співвідношення сигнал/"сигнал пристроїв, які законно працюють у цьому радіодіапазоні". Тобто подвоєно відношення енергії сигналу до потужності "сигналів пристроїв, які



законно працюють у цьому радіодіапазоні", на одиницю ефективної частоти.

Проведемо математичне моделювання процесу виявлення параметрів випадкових сигналів. Для цього візьмемо сигнал, який буде імітувати випадковий сигнал, визначимо "сигнали пристроїв, які законно працюють у цьому радіодіапазоні". Порівняємо ці сигнали і знайдемо відхилення параметрів від параметрів "сигналів пристроїв, які законно працюють у цьому радіодіапазоні".

Якщо, наприклад, ми візьмемо зважений сигнал у вигляді білого шуму зі спектральною щільністю N_0 , то отримаємо вираз

$$Q_0 = \frac{E_0}{N_0} = \frac{A_0^2}{N_0} \int_0^T U_0^2(t) dt. \quad (18)$$

Із цього прикладу ми можемо бачити, що функція сигналу, а потім і дисперсія оцінки фази не залежать від типу амплітудної та фазової модуляції прийнятого сигналу.

Нормалізована функція сигналу має вигляд

$$G_{N_0}(\varphi - \varphi_0) = \frac{1}{Q_0} S(\varphi - \varphi_0). \quad (19)$$

Ця функція змінюється за гармонійним законом із періодом 2π , тобто у виборі оцінки фази присутня неоднозначність визначення, кратна 2π радіан.

Для пояснення запропонованого методу, розглянемо розв'язання рівняння правдоподібності:

$$\left(\frac{dV_s(\varphi)}{d\varphi} \right)_{\varphi_m} = A_0 \int_0^T x(t) F(t) \sin[\omega_0 t + \psi_0(t) - \varphi_m] dt = 0. \quad (20)$$

Розв'язати це рівняння потрібно, щоб отримати оцінку фази сигналу. Розв'язуючи рівняння (20) щодо оцінки φ_m , отримуємо

$$\varphi_m = \arctg \frac{\int_0^T x(t) F(t) \sin[\omega_0 t + \psi_0(t) - \varphi_m] dt}{\int_0^T x(t) F(t) \cos[\omega_0 t + \psi_0(t) - \varphi_m] dt}. \quad (21)$$

Блок-схему вимірювача девіації фази випадкового сигналу, відповідно до отриманого виразу (21), зображено на рис. 3.

Для підтвердження запропонованого методу виконаємо математичне моделювання процесу виявлення параметрів випадкових сигналів. Для

цього візьмемо сигнал, який буде імітувати випадковий сигнал, визначимо "сигнали пристроїв, які законно працюють у цьому радіодіапазоні". Сигнали, які законно працюють у цьому радіодіапазоні, визначаємо шляхом сканування такого радіодіапазону. Порівняємо ці сигнали і визначимо відхилення фази від фази "сигналів пристроїв, які законно працюють у цьому радіодіапазоні".

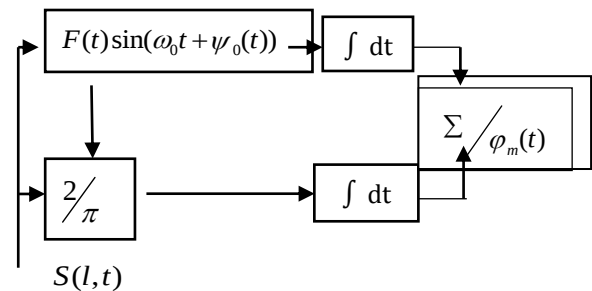


Рис. 3. Блок-схема вимірювача відхилення фази випадкового сигналу від фаз "сигналів пристроїв, які законно працюють у цьому радіодіапазоні"

Отримані графічні матеріали моделювання зображено на рис. 4.

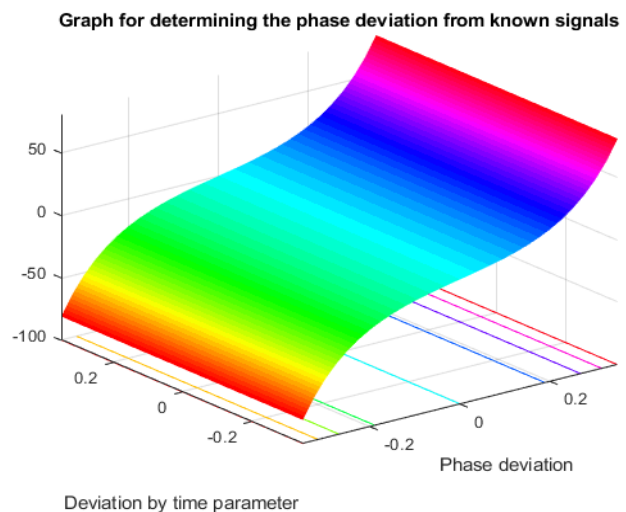


Рис. 4. Графік визначення відхилення фаз від фаз "сигналів пристроїв, які законно працюють у цьому радіодіапазоні"

Графік на рис. 4 визначає залежність відхилення фази випадкового сигналу, який імітує сигнал засобу негласного отримання інформації, від фаз "сигналів пристроїв, які законно працюють у цьому радіодіапазоні". З аналізу отриманого графіка бачимо, що при збіганні фаз відхилення відсутнє, тобто випадковий сигнал відсутній, у разі довільної зміни інших параметрів відхилення дорівнює нульовому



значенню, що відповідає дійсності. Під час виникнення відхилення фази випадкового сигналу від фази відомих сигналів функція відхилення параметра від зміни параметрів сигналу значно зростає в абсолютному значенні. Причому зростання проходить у десятки разів швидше ніж відхилення фази. Це доводить можливість визначати незначні відхилення фази від фаз відомих сигналів, що свідчить про надійність запропонованого методу.

Запропонований метод визначає відхилення фази випадкового сигналу, який можливо, є сигналом засобу негласного отримання інформації, від фаз сигналів пристроїв, легально працюючих у заданому радіодіапазоні.

Тобто, маємо сукупний метод, який складається з двох методів:

- методу визначення відхилення амплітуди випадкових сигналів від амплітуди сигналів файла "зразка";
- методу визначення відхилення фаз випадкових сигналів від фаз сигналів файла "зразка".

Аналіз уже виконується за двома параметрами відхилення сигналів: за амплітудою та фазою, що значно збільшує імовірність виявлення випадкових сигналів, які можуть бути сигналами засобів негласного отримання інформації.

Графічні результати, отримані в результаті математичного моделювання, цілком підтверджують надійність запропонованого сукупного методу визначення відхилення амплітуди та фаз імовірних сигналів від амплітуди та фази відомих сигналів файла "зразка".

Одержані результати моделювання цілком підтверджують запроповану методику виявлення випадкових сигналів – сигналів засобів негласного отримання інформації. Графічні результати за рахунок збільшеного зростання функції відхилення параметрів підтверджують перевагу запропонованого методу перед іншими "класичними" методами визначення сигналів засобів негласного отримання інформації.

3. ОБГОВОРЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Розроблений метод визначення випадкових радіосигналів, сигналів, які можуть бути сигналами засобів негласного отримання інформації, дозволяє виявляти сигнали пристроїв з більшою ефективністю. Новизна методу полягає у визначенні відхилення головних параметрів сигналів від заданих параметрів. Метод об'єднує методи визначення відхилення амплітуди та метод визначення фаз випадкових

сигналів від сигналів засобів, що легально працюють у цьому радіодіапазоні. Самі методи є класичними, але запропоновано загальний метод, який поєднує обидва методи, та додатково вони вдосконалюються засобом визначення відхилення сигналів сторонніх пристроїв. Пропонується визначати сигнали засобів негласного отримання інформації за середньоквадратичним відхиленням (дисперсією) амплітуд і фаз випадкових сигналів.

Для визначення засобів негласного отримання інформації пропонується на першому етапі визначати відхилення амплітуди від амплітуди сигналів, що легально працюють у заданому радіодіапазоні або від амплітуди сигналів файла "зразка", на другому етапі – визначати відхилення фаз сигналів. Таким чином, ефективність методу досягається визначенням двох параметрів відхилення амплітуди та фази, на відміну від класичних методів виявлення засобів негласного отримання інформації. Це дає можливість виявляти випадкові сигнали з великою імовірністю.

Шляхом вимірювання параметрів сигналів пристроїв, що легально працюють у заданому радіодіапазоні, та використання цих параметрів, як параметрів файла "зразка", суттєво збільшується ймовірність визначення випадкових сигналів. Таким чином досягається суттєве скорочення часу шляхом виключення відомих сигналів із додаткового програмного аналізу заданого радіодіапазону. Це ще одна відмінність запропонованого методу.

Для підтвердження запропонованого розробленого методу проведено моделювання методу визначення відхилення амплітуди та методу визначення фаз випадкових сигналів, які можливо і є сигналами засобів негласного отримання інформації. Отримані графічні матеріали, цілком підтверджують можливість визначення сигналів засобів негласного отримання інформації запропонованим методом, доводять переваги розробленого методу над методами та способами, що існують нині.

Подальші шляхи вдосконалення методу можна здійснити шляхом урахування шумів пристроїв і завад із сигналів пошукового радіодіапазону.

4. ВИСНОВКИ

Запропонований метод визначення випадкових сигналів, які можливо є сигналами засобів негласного отримання інформації, складається з двох методів.

Відхилення визначається від амплітуди та фази "сигналів законно працюючих у заданому



радіодіапазоні" або від так званих сигналів файла "зразка".

Цей метод дозволяє визначати випадкові сигнали (сигнали засобів негласного отримання інформації) з імовірністю на 11 % вищій ніж методи "класичного" визначення випадкових сигналів. Це можливо за рахунок значно більшого зростання запропонованої функції відхилення параметрів при незначному відхиленні параметра відхилення амплітуди або фази сигналу.

Запропонований метод дозволяє скоротити час аналізу всіх виявлених випадкових сигналів під час радіомоніторингу на 12–15 % (залежно від завантаженості радіодіапазону) порівняно з існуючими методами. Це забезпечується за рахунок виключення з аналізу "сигналів пристроїв законно працюючих у заданому радіодіапазоні" (сигналів файла "зразка").

Указаний запропонований сукупний метод виявлення засобів негласного отримання інформації дозволить на 11 % підвищити ймовірність виявлення засобів негласного отримання інформації порівняно з існуючими "класичними методами".

[7] Безкоровайный М.М., Татузов А.Л. Кибербезопасность – подходы к определению понятия. Вопросы кибербезопасности. 2014. №1 (2). С. 22–27.

[8] Вентцель Е. С., Овчаров Л. А, Теория вероятностей и ее инженерные приложения М. : Наука, 1988. – 480 с.

[9] Гришук Р.В., Бурячок В.Л., Мамарев В.М. Научно-техническое обоснование выбора подхода до формування множини інформативних параметрів для систем захисту інформації. Специальные телекоммуникационные системы и защита информации. 2014. № 2 (26). С. 82–86.

[10] Захаров А.В. Требования к перспективному анализу сетей Wi-Fi [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.analitika.info/> (25.05.2019).

[11] Лукова-Чуйко Н.В. Моделирование оптимальных систем захисту інформації. Научно-техническая конференция "Информационная безопасность держави": Научные доклады участников научно-технической конференции 12–13 марта, Киев, КНУ имени Т. Шевченко, 2015. С. 119–120.

[12] Толпога С.В., Пархоменко Л.И. Построение комплексных систем защиты сложных информационных систем на основе структурного подхода. Современный подход к информации. 2015. №4. С.62–70.

[13] Хорошко В.О., Хохлачова Ю.С. Алгоритм распознавания объектов в сложных условиях. Современная специальная техника. 2017. №1. С.10.

Стаття надійшла до редколегії

01.06.2021

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

[1] Barabash Oleg, Laptiev Oleksandr, Tkachev Volodymyr, Maystrov Oleksii, Krasikov Oleksandr, Polovinkin Igor. The Indirect method of obtaining Estimates of the Parameters of Radio Signals of covert means of obtaining Information. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE), Volume 8. No. 8, August 2020. Indexed- ISSN: 2278–3075. pp.4133–4139.

[2] Gromov D. V., Suyakov S. A., Methods for measuring and converting time-frequency parameters of signals. Journal Informatization and Control Systems in Industry. 2013.No. 3 (45).

[3] Khudov H., Khudov R., Khizhnyak I., Loza V., Kravets T., Kibitkin S. Estimation of the Kullback-Leibler Divergence for Canny Edge Detector of Optoelectronic Images Segmentation, International Journal of Emerging Trends in Engineering Research, Vol. 8. № 7, 2020, pp. 3927–3934.

[4] Barabash Oleg, Laptiev Oleksandr, Tkachev Volodymyr, Maystrov Oleksii, Krasikov Oleksandr, Polovinkin Igor. The Indirect method of obtaining Estimates of the Parameters of Radio Signals of covert means of obtaining Information. International Journal of Emerging Trends in Engineering Research (IJETER), Volume 8. No. 8, August 2020. Indexed- ISSN: 2278–3075. pp. 4133–4139

[5] Laptiev Oleksandr, Shuklin German, Savchenko Vitalii, Barabash Oleg, Musienko Andrii and Haidur Halyna, The Method of Hidden Transmitters Detection based on the Differential Transformation Model. International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering (IJATCSE) Volume 8 No. 6. November – December 2019. Scopus Indexed – ISSN 2278–3091. pp.2840–2846.

[6] Грозовський Р.І., Лаптев О.А. Аналіз та тенденції розвитку засобів пошуку цифрових радіозакладок. Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони: науковий журнал К.: НУНО України імені Івана Черняхівського, (2)35, 2019, С 35–41.



An improved method of determining random radio signals by deviation of the main parameters of the signals

The article proposes an improved method for determining random radio signals that can be signals of illegal means of obtaining information. The novelty of the method is to determine the deviation of the main parameters of the signals from the specified parameters. The method combines methods for determining the deviation of the amplitude from the amplitude of signals of means legally operating in this radio range and a method for determining the phases of random signals. The signals of the means of illegal obtaining information are determined by the standard deviation (variance) of the amplitudes and phases of the signals.

To determine the means of illegal obtaining information, it is proposed in the first stage to determine the deviation of the amplitude from the amplitude of the signals of legally operating devices or from the amplitude of the signals of the file "sample", in the second stage to determine the deviation of signal phases. Thus,

the two parameters of the deviation of the amplitude and phase can with high probability determine the signals of the means of covert receipt of information. By measuring the signal parameters of legally operating devices and using these parameters as parameters of the "sample" file, the probability of determining random signals is significantly increased. This is achieved by significantly reducing the time by excluding known signals from the additional software analysis of a given radio range.

To confirm the proposed improved method, modeling of the method of determining the deviation of the amplitude and the method of determining the phases of random signals, which are possible and are signals of the means of illegal obtaining information. The obtained graphic materials, which fully confirm the possibility of determining the signal the means of illegal obtaining of information by the proposed method.

Keywords: method, comparison, signal definition, variance, amplitude, phase, modeling.



Олександр Лаптев,
доктор технічних наук, старший науковий співробітник, професор кафедри систем інформаційного та кібернетичного захисту Навчально-наукового інституту захисту інформації.

Alexander Laptev,
Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher, Professor of the Department of Information and Cyber Security Systems. Educational and Scientific Institute of Information Protection.



Сергій Лаптев,
вищу освіту здобув у Київському політехнічному університеті 2009 р. Сфера наукових інтересів: захист інформаційних ресурсів підприємств, блокування каналів витоку інформації.

Serhii Laptev,
He graduated from Kyiv Polytechnic University in 2009. Research interests: protection of information resources of enterprises, blocking information leakage channels.



Тетяна Лаптева,
вищу освіту здобула у Національному авіаційному університеті 2011 р.

Tatiana Lapteva,
She graduated from the National Aviation University in 2011.