**Селезньов Сергій Володимирович. Синтез та моделювання алгоритмів виявлення скритних радіосигналів з невідомою структурою : дис... канд. техн. наук: 05.12.17 / Харківський національний ун-т радіоелектроніки. - Х., 2005.**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Селезньов С.В. Синтез та моделювання алгоритмів виявлення скритних радіосигналів з невідомою структурою. – Рукопис.**  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.17 – радіотехнічні та телевізійні системи.  Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, 2005.  У цей час розвивається виробництво радіоелектронних систем із застосуванням широкосмугових скритних радіосигналів, як військового, так і цивільного призначення. Це підтверджує необхідність створення систем радіомоніторінгу скритних випромінювань. Дисертація присвячена розв’язанню актуальної науково-прикладної задачі виявлення скритних радіосигналів з невідомою структурою в умовах апріорної невизначеності тривалості, ширини спектру, часу початку та початкової частоти спектру сигналу. Метою роботи є обґрунтування можливості створення системи виявлення скритних радіосигналів з невідомою структурою в умовах апріорної невизначеності їх параметрів.  Синтезовано алгоритми виявлення скритних радіосигналів з невідомою структурою, що дають змогу приблизно оцінювати їх параметри. Результати роботи показали потенційні можливості систем радіомоніторінгу щодо виявлення скритних радіосигналів з невідомою структурою. На основі визначених потенційних можливостей висловлені рекомендації про шляхи забезпечення скритності випромінювань перспективних радіоелектронних засобів, дані рекомендації щодо удосконалення існуючих та сформульовані вимоги до перспективних засобів радіомоніторінгу. Запропоновані шляхи практичної реалізації розроблених алгоритмів виявлення скритних радіосигналів з невідомою структурою в умовах апріорної невизначеності параметрів сигналу.  Дисертація уперше підтверджує принципову можливість значного вдосконалювання системи виявлення скритних радіосигналів за рахунок багатоканальної обробки з обмеженою кількістю каналів. | |
| |  | | --- | | У результаті проведених дисертаційних досліджень розв’язана актуальна науково-прикладна задача виявлення скритних радіосигналів з невідомою структурою в умовах апріорної невизначеності тривалості, ширини спектру, часу початку та несучої (початкової) частоти спектру сигналу. Отримані при цьому результати показали потенційно досяжні можливості систем радіомоніторінгу по виявленню скритних радіосигналів з невідомою структурою. На основі визначених потенційних можливостей висловлені рекомендації про шляхи забезпечення скритності випромінювань перспективних радіоелектронних засобів, дані рекомендації щодо удосконалення існуючих та сформульовані вимоги до перспективних засобів радіомоніторінгу. Запропоновані шляхи практичної реалізації розроблених алгоритмів виявлення скритних радіосигналів з невідомою структурою в умовах апріорної невизначеності параметрів сигналу.  Основними результатами роботи є:  1.Синтезовано алгоритми виявлення скритних шумових радіосигналів при квадратичному та лінійному детектуванні. Розраховані показники якості виявлення для шумових сигналів при квадратичному та лінійному детектуванні у широкому діапазоні баз 102–106. Визначені мінімально можливі втрати узгодженого некогерентного накопичення, у порівнянні з когерентним, вони становлять величину порядку половини бази сигналу, що виражена в децибелах. Втрати при переході від оптимального квадратичного детектування до квазіоптимального лінійного становлять величину всього 0,2 дБ.  Вперше запропонований метод виконання прямого та зворотнього дискретного перетворення Габора на основі дискретного перетворення Фур'є для груп елементів ряду Котельникова-Шеннона.  Уперше розраховані додаткові втрати, обумовлені розузгодженістю параметрів некогерентного накопичення (час і смуга частот) в каналі обробки з параметрами сигналу (тривалість і ширина спектру). Уперше показано, що для виявлення скритних шумових сигналів з базами від 1 до 106 і втратами на розузгодженість не більше ніж 3 дБ при виборі параметрів накопичення згідно з законом геометричних прогресій та при ковзному некогерентному накопиченні потрібно всього 25 каналів. Для виявлення сигналів з базами від 1 до 107 потрібно не більше 36 каналів.  2. Уперше проведене математичне моделювання виявлення скритних шумових сигналів з великими базами та невідомими тривалістю, шириною спектру, моментом приходу й несучою (початковою) частотою при квадратичному та лінійному детектуванні. Модель передбачала формування фону внутрішніх шумів приймача, шляхом генерування послідовності 220 випадкових чисел, що розподілені за нормальним законом з нульовим середнім та одиничною дисперсією. З аналогічної послідовності формувався сигнал з енергетичним відношенням сигнал-шум 35 дБ (по напрузі 0.32), миттєва потужність сигналу в 10 разів менше потужності внутрішніх шумів. За результатами моделювання побудована експериментальна крива виявлення скритного шумового сигналу, що підтвердила теоретичні результати отримані аналітичними методами.  3. Показано застосовність алгоритмів виявлення скритних шумових сигналів для виявлення сигналів не шумового типу, зокрема не займаючих всю площину бази. Показники якості виявлення сигналів не шумового типу, згідно В.А. Котельникову, повинні бути вище, ніж для шумових сигналів, що було підтверджено в ході моделювання. Моделювалося виявлення сигналів: пачок когерентних імпульсів; ЛЧМ, ЧМ і ФМ сигналів; і шумових сигналів, обмежених по амплітуді. Моделювання підтвердило застосовність алгоритмів виявлення скритних шумових сигналів для виявлення нешумових. По виду вихідних ефектів каналів виявлення можна дати оцінку структури (закону модуляції) сигналу та приблизно оцінити його параметри (тривалість, ширину спектру, час початку та початкову частоту спектру).  4. Оцінено гранично-досяжні дальності виявлення випромінювань експериментальної когерентної трикоординатної скритної РЛС “АЛЬФА” (НДІ “ПРОГНОЗ”, м. Санкт Петербург). За опублікованим даними натурних випробувань розраховані параметри скритності. Виявилося, що застосування оптимального некогерентного частотно-часового накопичення дозволяє збільшити дальність виявлення випромінювань РЛС “АЛЬФА” приблизно в 12-17 разів тільки за рахунок накопичення за інших рівних умов.  5. Розглянуто технічні методи реалізації спектрального аналізу для виконання короткочасного перетворення Фур'є, як складовій частини перетворення Габора. За результатами проведеного аналізу перевагу, для початкових експериментів, було віддано методам послідовного спектрального аналізу на основі гетеродинування з швидкою перебудовою частоти та фільтром стиснення, тому що за швидкістю аналізу ці методи практично є паралельними, але з простими схемами реалізації. В ілюстративних цілях запропонований приклад реалізації схеми частотно-часових каналів некогерентного накопичення на основі багатовідвідних ліній затримки із групами відводів. У найближчому майбутньому аналогічний пристрій може бути реалізований на цифрових елементах, з врахуванням підвищення їх швидкодії за законом Мура.  6. За результатами проведених досліджень сформульовані деякі вимоги до характеристик нових радіоелектронних систем для забезпечення скритності випромінювань. Вироблено рекомендації про напрямки застосування запропонованих методів виявлення скритних сигналів у військовій галузі й народному господарстві. Поряд із впровадженням результатів роботи в діючі станції радіотехнічної розвідки у вигляді підканалів виявлення скритних випромінювань, обґрунтована можливість створення спеціальних “противоскритних” пасивних радіотехнічних засобів, розрахованих для застосування на передових позиціях.  Таким чином, на основі розвитку класичної роботи В.А. Котельникова (1959 р.) показана й підтверджена моделюванням теоретична можливість виявлення “під внутрішніми шумами приймача” скритних шумових і частково-хаотичних радіосигналів *невідомої структури* з базами 105-107 і вище, тобто мета дослідження досягнута. Результати досліджень реалізовані в межах НДР “РОЗВИТОК” Наукового центру бойового застосування Сухопутних військ при Одеському інституті Сухопутних військ, про що отримано відповідний акт реалізації. Подальші дослідження доцільно направити на проведення лабораторного експерименту та натурних досліджень спільної роботи скритних й “противоскритних” радіоелектронних систем локації й зв'язку. | |