

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ
КАФЕДРА СИСТЕМ ІНФОРМАЦІЙНОГО ТА КІБЕРНЕТИЧНОГО ЗАХИСТУ

“ На правах рукопису”
УДК

До захисту допущено
Завідувач кафедри СІКЗ
Шуклін Г.В.
“ _____ ” _____ 2021 р.

МАГІСТЕРСЬКА АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА

зі спеціальності 125 Кібербезпека

на тему: **МЕТОДИКА УДОСКОНАЛЕННЯ МОДУЛІВ АВТОМАТИЗОВАНИХ
ПОШУКОВИХ КОМПЛЕКСІВ ЗАСОБІВ НЕГЛАСНОГО ОТРИМАННЯ
ІНФОРМАЦІЇ.**

Виконав: студент 6 курсу, групи СЗДМ-61
Спеціальності 125 Кібербезпека
Освітньо-професійної програми
«Технічні системи інформаційного та кібернетичного
захисту»

(шифр і назва спеціальності)

Кікоть О.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник Лаптев О.А.

(прізвище та ініціали)

Рецензент _____

(прізвище та ініціали)

Нормоконтролер Гребенніков А.Б.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри СІКЗ
к.т.н. Шуклін Г.В
“ ” _____ 2020р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську кваліфікаційну роботу

студенту Кікоть Олександр Михайлович

1. **Тема роботи:** Методика удосконалення модулів автоматизованих пошукових комплексів засобів негласного отримання інформації.

Затверджено наказом по університету від « » 2020р. №

2. **Термін здачі:** студентом оформленої роботи «21» грудня 2020р.

3. **Предмет дослідження:** ефективність модулів автоматизованих пошукових комплексів засобів негласного отримання інформації.

4. **Об'єкт дослідження:** процес удосконалення модулів автоматизованих пошукових комплексів засобів негласного отримання інформації.

5. **Мета роботи:** удосконалення модулів автоматизованих пошукових комплексів засобів негласного отримання інформації.

6. **Перелік питань, які мають бути розроблені:**

1. Огляд загроз інформації та підходів до побудови технічних систем охорони.

2. Аналіз існуючих складових автоматизованих пошукових комплексів засобів негласного отримання інформації.

3. На основі проведених аналізів удосконалити модуль автоматизованих пошукових комплексів засобів негласного отримання інформації підприємства

7. **Перелік публікацій:**

1. Кікоть О.М., Лаптев О.А., Бурдело Є.В. Аналіз проблеми виявлення засобів негласного отримання інформації автоматизованих пошукових комплексів радіозакладних пристроїв. Інтернет конференція «Актуальні проблеми кібербезпеки». Тези доповідей 22 жовтня 2020. Київ. ДУТ с.148 - 151

2. Kikot O.M., Pravdyvyi A.M., Kornienko S.V., Ozerin F.A., Zozulia S.A. Analysis and development trends of devices for finding illegal means of obtaining information. Сучасний захист інформації: науково-технічний журнал. К.: ДУТ, 2020. № 4(44), С 14 – 21.

8. **Перелік ілюстративного матеріалу:**

Презентація виконана на 11 слайдах для подання за допомогою оверхедів (світлопроекторів) та комп'ютерних засобів.

9. **Дата видачі завдання** “ ” _____ 2020 р.

Керівник: д.т.н. Лаптев Олександр Анатолійович _____

Завдання прийняв до виконання: Кікоть Олександр Михайлович _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ ЗП	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів	Примітка
1	Уточнення постановки завдання	до 07.09.2020р.	виконано
2	Аналіз літератури	до 10.09.2020р.	виконано
3	Обґрунтування вибору рішення	до 24.09.2020р.	виконано
4	Збір даних	до 30.09.2020р.	виконано
5	Написання першого розділу роботи	до 23.10.2020р.	виконано
6	Написання другого розділу роботи	до 15.11.2020р.	виконано
7	Написання третього розділу роботи	до 29.11.2020р.	виконано
8	Підготовка ілюстративного матеріалу	до 17.12.2020р.	виконано
9	Отримання рецензій	до 28.12.2020р.	виконано
10	Захист в ДЕК	до 18.01.2021р.	виконано

Студент

О.М. Кікоть

Науковий керівник

О.А. Лаптев

РЕФЕРАТ

Дипломна робота містить 84 сторінки, 27 малюнків, 1 таблицю та 20 джерел літератури.

У роботі розроблено метод захисту інформації «удосконалення модулів автоматизованих пошукових комплексів засобів негласного отримання інформації.» на базі нового протоколу обміну даних.

Досліджено Прилади та методи пошуку закладних пристроїв. Детально розглянуті існуючі скануючі приймачі та спектр аналізатори.

Ґрунтуючись на проведеному дослідженні є рекомендації по застосуванню методу для пошуку закладних пристроїв та сигналів.

Мета роботи. удосконалення модулів автоматизованих пошукових комплексів засобів негласного отримання інформації.

Завдання дослідження:

- 1.Огляд загроз інформації та підходів до побудови технічних систем охорони.
- 2.Аналіз існуючих складових автоматизованих пошукових комплексів засобів негласного отримання інформації.
- 3.На основі проведених аналізів удосконалити модуль автоматизованих пошукових комплексів засобів негласного отримання інформації підприємства

Об'єкт дослідження. процес удосконалення модулів автоматизованих пошукових комплексів засобів негласного отримання інформації.

Предмет дослідження. ефективність модулів автоматизованих пошукових комплексів засобів негласного отримання інформації.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої мети в роботі використано методи дослідження на основі системного підходу та теорії складних систем із застосуванням методів дискретної математики. Концептуальні основи виявлення сигналів цифрових засобів негласного отримання інформації засновані на принципах теорії та методів перетворень сигналів і теорії ймовірностей.

ANNOTATION

Thesis contains 84 pages, 27 figures, 1 table and 20 references.

The method of information protection "improvement of modules of automated search complexes of means of secret information retrieval" is developed in the work. based on a new data exchange protocol.

Devices and methods of search of embedded devices are investigated. Existing scanning receivers and spectrum analyzers are considered in detail.

Based on the research, there are recommendations for applying the method to search for embedded devices and signals.

The purpose of the work. improvement of modules of automated search complexes of means of secret information retrieval.

Objectives of the study:

1. Review of information threats and approaches to the construction of technical security systems.
2. Analysis of the existing components of automated search systems of covert means of obtaining information.
3. On the basis of the conducted analyzes to improve the module of the automated search complexes of means of secret reception of the information of the enterprise

Object of study. the process of improving the modules of automated search systems of means of covert information retrieval.

Subject of study. efficiency of modules of automated search complexes of means of secret receipt of information.

Research methods. To achieve this goal, the research methods based on a systems approach and the theory of complex systems using the methods of discrete mathematics are used in the work. The conceptual basis of signal detection of digital means of covert information retrieval is based on the principles of theory and methods of signal transformations and probability theory.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ВИЯВЛЕННЯ, РОЗПІЗНАВАННЯ ТА ЛОКАЛІЗАЦІЇ ЦИФРОВИХ ЗАСОБІВ НЕГЛАСНОГО ОТРИМАННЯ ІНФОРМАЦІЇ.....	9
1.1 Аналіз основних частотних характеристик пристроїв та АПК пошуку засобів негласного отримання інформації.....	11
1.2. Аналіз існуючих автоматизованих комплексів пошуку засобів негласного отримання інформації.....	13
1.3. Аналіз існуючих підходів до вирішення проблеми пошуку ЦЗНОІ за допомогою автоматизованих програмних комплексів.....	21
Висновки до розділу 1	29
РОЗДІЛ 2 АВТОМАТИЗОВАНІ КОМПЛЕКСИ ПОШУКУ ЗАСОБІВ НЕГЛАСНОГО ОТРИМАННЯ ІНФОРМАЦІЇ.....	30
2.1.1 "Кассандра-М"	30
2.1.2 ПАК DigiScan.....	32
2.1.3 OSC-5000E	42
2.1.4 ST 031 «Піранья».....	45
2.1.5 AOR 8200.....	50
2.2 Аналізатори Спектру	54
Висновки до розділу 2	57
РОЗДІЛ 3 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СКЛАДОВИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ ПОШУКОВИХ КОМПЛЕКСІВ ЗАСОБІВ НЕГЛАСНОГО ОТРИМАННЯ ІНФОРМАЦІЇ.....	58
3.1.1 Tektronix RSA5000B.....	58
3.1.2 Anritsu MS2090A Field Master Pro	66
3.2 Скануючі Приймачі.....	73
3.2.1 AOR AR-5000.....	74
3.2.2 IC-PCR1000	76
3.2.3 AR2300	79
Висновки до розділу 3	80
ВИСНОВКИ.....	82
Список використаних джерел	83

ВСТУП

В даний час існує велика кількість технічних засобів негласного знімання акустичної інформації з приміщень і з ліній зв'язку, по яких передається мовна інформація, що розрізняються принципом дії, тривалістю і дальністю роботи, конструктивними особливостями і ціною. Тому при оцінці можливих способів знімання вашої інформації в першу чергу необхідно враховувати ціну питання. Ніхто не буде застосовувати складну і дорогу апаратуру для отримання малоцінної інформації.

Посилюються останнім часом темпи завоювання інформаційних технологій в самі різні галузі науково-технічного та соціально-економічного розвитку світового співтовариства свідчать про настання нової ери, де об'єктивним початком і підставою стало не речовина або енергія, а інформація. Інформація, без сумніву, зайняла сьогодні рівень головного ресурсу розвитку людської цивілізації. Це викликало до життя боротьбу суб'єктів за володіння інформаційними ресурсами - боротьби, де, з одного боку, метою суб'єкта є поліпшення своїх власних інформаційних ресурсів і, як наслідок, підвищення ефективності процесів функціонування власних автоматизованих систем, а з іншого боку, - прагнення погіршити інформаційні ресурси «конкурента» (противника) і тим самим знизити ефективність процесів функціонування його автоматизованих систем. Боротьба на інформаційному полі привела до появи принципово нового засобу нападу і захисту - інформаційної зброї. Інформаційна зброя - це сукупність певної інформації та спеціальних інформаційних технологій, що дозволяє цілеспрямовано долати системи захисту, добувати інформацію про склад, структуру і алгоритмах функціонування АС, змінювати, знищувати, спотворювати, копіювати, блокувати інформацію, обмежувати допуск до інформації санкціонованих користувачів, порушувати інформаційні процеси функціонування і тим самим дезорганізувати роботу АС з метою досягнення поставлених цілей. Перераховані можливості інформаційної зброї реалізуються за допомогою несанкціонованих впливів на АС.

Зростання імовірності несанкціонованих впливів злоумисників на АС пов'язано з тим, що сучасні автоматизовані системи управління різних підприємств, компаній, державних відомств і структур є системами критичних додатків з високим рівнем комп'ютеризації. У цих умовах об'єктами інформаційного впливу порушника і можуть стати АС, в тому числі системи та мережі зв'язку (включаючи канали зв'язку, програмне та інформаційне забезпечення центрів комутації і маршрутизації, центрів обробки інформації та управління та ін.), Які в умовах невідповідності до навмисним деструктивних впливів і незахищеності від них можуть виявитися вельми уразливими до того моменту, коли вони зацікавлять злоумисника. Таким чином, мова йде про появу якісно нових видів інформаційного впливу порушника і необхідності в зв'язку з цим перегляду традиційних підходів до захисту інформації.

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ВИЯВЛЕННЯ, РОЗПІЗНАВАННЯ ТА ЛОКАЛІЗАЦІЇ ЦИФРОВИХ ЗАСОБІВ НЕГЛАСНОГО ОТРИМАННЯ ІНФОРМАЦІЇ

У зв'язку зі зростанням важливості та цінності інформації відповідно зростає вимога до її захисту. До цього питання ми можемо підійти з двох аспектів з одного аспекту інформація несе в собі матеріальну цінність, відповідно її витік або втрата може спричинити матеріальні збитки, дивлячись з другого аспекту інформація- це управління. Несанкціоноване втручання в управління може викликати жахливі наслідки для об'єкту управління - виробництві, транспорті та військовій справі. Наприклад, сучасна військова наука стверджує, що повне позбавлення засобів зв'язку зводить нанівець боєздатність армії.

Станом на сьогодні питання інформаційної безпеки є надзвичайно актуальним. Кількість використовуваної техніки продовжує зростати, отже, зростає і значущість організаційної та програмно-технічного захисту від витоку інформації.

Під витоком інформації з технічного каналу розуміється неконтрольоване поширення інформації від носія інформації, що захищається через фізичне середовище до технічного засобу, який здійснює перехоплення інформації.

Залежно від фізичної природи виникнення інформаційних сигналів, середовища їх поширення технічні канали витоку акустичної (мовній) інформації можна розділити на прямі акустичні (повітряні), акустовібраційні (вібраційні), акустооптичні (лазерні), акустоелектричні (параметричні). Більш того інформацію яка отримана з каналів витоку інформації вже згаданих вище найбільш простим є передача по радіоканалу. Саме тому методи нейтралізації та пошук радіоканалів ЗНОІ на сучасному етапі розвитку стають більш актуальними.

На сучасному рівні пошук радіоканалів ЗНОІ ускладнюються кількома факторами.

По-перше, розробники ЗНОІ застосовують все більш складні методи й алгоритми приховання випромінювання своїх виробів. На етапі установки ЗНОІ застосовуються спеціальні методи маскування, наприклад, створюється канал знімання інформації з урахуванням випромінювання що працюють поблизу об'єкта легальних засобів, що заважають роботі пошукової техніки.

По-друге, триває збільшення застосування радіоефіру для організації зв'язку, передачі даних і команд управління, зараз вже практично весь радіочастотний спектр залучений під роботу легальних радіопередавачів. Це викликає ускладнення ефірної обстановки, особливо в великих містах.

Виходячи з вищевикладеного можливо зробити висновок що розробники сучасних ЗНОІ з передачею інформації по радіоканалу, переходять на цифрові стандарти дуже близьких до легальних або в законному діапазоні радіоефіру. Можливо навести приклад типовій установі, де проводяться перевірки. 10-ки комп'ютерів, бездротових телефонів DECT, мобільних телефонів різних стандартів (тільки в Києві їх 5: CDMA-2000, GSM-900/1800, 3G (UMTS), 4G (WiMax)), підсилювачів мобільного зв'язку (в деяких будівлях вже зустрічаються підсилювачі всіх стандартів), легальні радіомікрофони, бездротові гарнітури, пристрої Wi-Fi, різні електронні зчитувачі систем контролю та управління доступом, провідні охоронні відеокамери (які нерідко мають рівні ПЕМІ, співмірні з випромінюванням радіозакладок) та інші. Не треба забувати про «якість» сучасного електронного обладнання, деякі імпульсні блоки живлення, які «видно» в ефірі іноді до 500 МГц. Додамо до всього цього різноманіття все те, що «прилітає» в приміщення із зовні - теле- і радіомовлення (в тому числі і цифрове телебачення DVB), авіаційні переговори, радіо няні, радіоаматорська зв'язок, відомчі канали зв'язку, все активніше йде в цифрові стандарти (приклад - APCO P25, TETRA, DMR), передача даних, телеметрія, навіть космонавти й супутники, передають метеоз'ємку. Навіть їх можна прийняти, перебуваючи на об'єктах. Наприклад, в Києві в діапазоні до 3000 МГц, в залежності від району та умов прийому, можна виявити понад 3500 радіосигналів.

1.1 Аналіз основних частотних характеристик пристроїв та АПК пошуку засобів негласного отримання інформації.

На сучасному ринку представлена широка номенклатура пристроїв пошуку та блокуванню засобів негласного тримання інформації.

Це скануючий приймачі: AR 8200, AR-ALPHA, AR8600 Mk2, AR5001D, SR-2000A, Детектор електромагнітного випромінювання Protect 1206i, індикатор поля "I-protect", детектор сигналу SURESAFE SH-055DRV, сканер безпроводних відеокамер "С-Hunter", багатофункціональний пошуковий прилад "Піранья ST 031", аналізатор спектру "Egilent N1996A", аналізатор ліній "ULAN-2", пошукова система DigiScan EX, пошуковий комплекс "Delta-X", багатофункціональний пошуковий прилад Andre, автоматизований комплекс для виявлення електромагнітних випромінювань закладних пристроїв АК ОЗУ "Тікос-18", Автоматизовані комплекси виявлення і виміру радіовипромінювань, пошуку закладних пристроїв та виміру ПЕМВН від засобів ЕОТ АКОР та інші.

Слід зазначити, що автоматизований програмний комплекс пошуку ЗНОІ, складеться зі наступних складових:

- пристрій вимірювання сигналів радіоефіру;
- антено фідерної системи вимірювання та пеленгації;
- програмного засобу (або набору декількох програмних засобів) обробці сигналів;
- програмного засобу локалізації сигналів.

Для визначення частотних характеристик певних вище приладів і комплексів, проведемо короткий аналіз .:

Проводячи скорочений частотний аналіз засобів пошуку ЗНОІ, приведених в сучасній літературі, зроблено акцент на частотних параметрах. Данні пошукових засобів приведені в таблиці 1.1

Засоби пошуку ЗНОІ	Основний діапазон пошуку	Наявність приладу, для збільшення діапазону частоті
Детектори поля		
NR-D	50-3500 МГц	
ST-110	50-2500 МГц	антенна-перетворювач до 7 ГГц
Protect 1206i	50-3500 МГц	
SEL SP-75 Black Hunter	100-3000 МГц	
Універсальні пошукові пристрої		
ST-033 "Пиранья"	30 кГц -2500 МГц	ST 03.SHF до 10 ГГц
ST-131 "Пиранья-2"	30 кГц -4100 МГц	ST 131.SHF до 18 ГГц
СРМ-700	200 Гц - 3 ГГц	ВМР-1200 до 12 ГГц
Скануючі приймачі		
AOR 8200	30 кГц -3000 МГц	
AR8600 Mk2	30 кГц -3300 МГц	
SR-2000A	30 кГц -3000 МГц	
Апаратно програмні комплекси радіомоніторингу		
"Кассандра-М"	24кГц-3000 МГц	СВЧ-конвертер до 18 ГГц
ОМЕГА	25кГц-3000 МГц	ОМЕГА-К18 до 18 ГГц
АК ВЗП "ТІКОС-18",	25кГц-3300 МГц	
OSC-5000	10 кГц - 3 ГГц	МДС-2100 до 21 ГГц
АКОР	30кГц-3300 МГц	
RS digital Mobile	50кГц-2000 МГц	СВЧ-конвертер RS/DC до 12 ГГц
Delta 2000/6 Real-time	40кГц-6000 МГц	

Таблиця 1.1. Частотний діапазон пристроїв та комплексів пошуку ЗНОІ

З наведеної у таблиці 1.1. даних можливо зробити висновок, що основні частотні діапазони роботи цих засобів - НВЧ (30-300 МГц) плюс УВЧ (300-3300 МГц), тобто вони не можуть повною мірою робити аналіз цифрових пакетів, стосовно завдань пошукового радіоконтролю. Це доводить, що діапазон технічних приладів вже вийшов за рамки аналогових радіосигналів. Потрібно використовувати інші прилади вимірювання сигналів, або використовувати (якщо це можливо).

1.2. Аналіз існуючих автоматизованих комплексів пошуку засобів негласного отримання інформації

Сучасна тенденція розвитку техніки доводить, що діапазон роботи переміщується у цифрових діапазон.

Для проведення аналізу автоматизованих пошукових комплексів ЗНОІ, коротко розглянемо методи приховування роботи ЗНОІ, що застосовуються при розробці таких пристроїв. Відразу відзначимо, що в даний час набагато легше зробити цифровий передавач, використовуючи сучасну елементну базу стандартних засобів зв'язку, ніж конструювати і налагоджувати «аналогову» закладку на транзисторі з позитивним зворотним зв'язком. Тому сучасні і перспективні вимоги до комплексів пошуку засобів негласного знімання інформації впливають з аналізу можливостей сучасних цифрових засобів передачі даних.

Сучасні радіозакладки можуть використовувати такі методи приховування каналу передачі даних:

- методи накопичення інформації, і дискретної її передачі за короткі проміжки часу (до декількох мілісекунд);
- методи накопичення інформації за досить тривалий час з наступною передачею в призначений час або при отриманні зовнішньої команди;
- періодичну або хаотичну перебудову частоти каналу випромінювання;

- використання широкосмугових сигналів, коли енергія сигналу розподілена в широкій смузі частот і сигнал не має яскраво вираженого перевищення над шумами;
- реалізація шумоподібних закладок, які використовують спеціальні алгоритми кодування, що дозволяють стійко приймати інформацію при негативному відношенні сигнал / шум в точці знаходження приймача;
- вибір частоти випромінювання поряд з потужними джерелами легальних сигналів, які перевантажують прийомні тракти пошукової апаратури при недостатньому динамічному діапазоні або маскуються спектром легального сигналу при недостатньо низьких фазових шумах радіотракт пошукових комплексів;
- маскування під стандартні канали зв'язку і / або робота вузькосмугових випромінювань усередині спектра легальних широкосмугових сигналів;
- використання стандартних каналів зв'язку таких як GSM, CDMA, WiFi, BlueTooth.

Використовувані методи можуть комбінуватися один з одним. Так, наприклад, використання сигналів з над широкої смугою займаних частот може комбінуватися з методом накопичення інформації та дискретної її передачею та інше.

ЗНОІ, що використовують методи накопичення інформації та дискретної її передачі, перебудови частоти випромінювання і дистанційне керування, надійно можна ідентифікувати тільки по демаскуючим ознакам в просторі амплітуда-частота-час. Які б складні алгоритми приховання каналу передачі даних не застосовувалися в закладках, вони все одно себе демаскують певної закономірністю (періодичністю) виходу в радіоефір. Ці демаскуючі ознаки радіозакладок виявляються оператором АПК при виконанні тимчасового аналізу радіочастотного спектру. Саме частотне-часовою закономірністю закладки відрізняються від випадкових сплесків індустріального шуму в радіоефірі, який недосвідчений оператор може прийняти за сигнал ЗНОІ. При пошуку таких ЦЗНОІ мова не йде про миттєве їх виявлення. Для надійного їх виявлення потрібно

радіомоніторинг протягом тривалого часу: до доби або більше з подальшим аналізом всіх вимірних панорам в тимчасовій площині в поданні спектрограми («водоспаду»). Виходячи з цих міркувань, пред'являються вимоги до алгоритмів, які повинні бути реалізовані в програмному забезпеченні автоматизованого комплексу.

Відносно виявлення над широкосмугових і шумоподібних закладок, зазначимо таке: метод їх виявлення заснований на тому, що в ближній зоні відношення сигнал / шум навіть у таких передавачів буде вище нуля, тому збільшення рівня шуму в окремих діапазонах частот може свідчити про роботу таких пристроїв. З цього можна сформулювати вимоги до прийомним засобам комплексів радіомоніторингу: для того, щоб відслідковувати зміну рівня шуму на тлі сильних сигналів приймальне засіб повинен мати хорошу чутливість і широкий динамічний діапазон (не менше 80-90 дБ). Теза про те, що динамічний діапазон в комплексах радіомоніторингу не так важливий, так як закладки в ближній зоні мають високу потужність сигналу і тому можна використовувати атенюатор, неприйнятний в разі пошуку над широкосмугових і шумоподібних сигналів.

Ситуація, коли разом із закладкою в смузі преселектора працює легальне засіб зв'язку, рівень сигналу якого перевищує рівень закладки на 70-90 дБ, в даний час не є рідкістю. Рівень 70-90 дБ - це дуже високий рівень сигналу, який здатний перевантажити багато радіоприймальні кошти. Якщо сигнал перевищує рівень динамічного діапазону приймального тракту, то на панорамі сигналів буде відображено безліч помилкових побічних і комбінаційних сигналів, які вкрай нестабільні по частоті, амплітуді і в часі. Досвід знайомства з цілою низкою представлених на ринку комплексів радіомоніторингу, при формальній відповідності параметрів їх динамічного діапазону пошуковим вимогам, виявив, що вони легко перевантажуються від працюючого неподалік простого передавача типу «Walkie-Talkie». Природно, при наявності великої кількості помилкових сигналів говорити про якісне пошуку закладних пристроїв не доводиться.

Для пошуку «хитрих» закладок, які маскуються під спектр легальних сигналів або для пошуку вузькосмугових сигналів, які вміють ховатися в спектрі

легальних сигналів, комплекс радіомоніторингу повинен мати засоби детального дослідження спектрів сигналів з досягненням дозволу в одиниці Герц. Безумовно, досвід оператора і його інтуїція мають тут вирішальне значення. Проте, апаратура і програмне забезпечення комплексу повинні дозволити оператору виконувати такі завдання.

Нарешті, для ідентифікації пошуку закладних радіопристроїв, що використовують стандартні канали зв'язку, такі як DECT, GSM, CDMA, WiFi, BlueTooth, крім ідентифікації роботи цих передавачів методом аналізу відповідних частотних діапазонів, комплекс радіомоніторингу повинен мати засоби додаткового аналізу мереж, що дозволяють виявляти «чужі» MAC адреси або ідентифікувати «чужі» абонентські пристрої для тих мереж, для яких це можливо.

Необхідно констатувати, що окремих приладів аналізу цифрових пакетів, стосовно завдання пошуково радіоконтролю зараз практично немає.

Перша спроба створити програмні засоби (ПЗ) демодуляції та аналізу цифрових засобів радіозв'язку можливо вважати пакет цифрової обробки сигналів в програмному забезпеченні програмного засобі АПК DigiScan та в програмному засобі «РадіоІнспекторСофт™».

ПЗ «РадіоІнспекторСофт™» знайшло своє подальше застосування в АПК «Касандра». Пошуковий автоматизованої комплекс «Касандра» з ПЗ RadioInspector надає оператору такі можливості: довгостроковий контроль діапазону (діапазонів) частот, збір, зберігання і відображення даних про стан радіочастотного спектру за весь час вимірювань (спектрограма або "водоспад" без обмежень за розміром даних вимірювань). Використання бази даних частотних присвоєнь, лінії порога, переліку сигналів, що перевищують лінію порога. Запис і аналіз де модульованого аудіо сигналу, формування завдання на запис де модульованого аудіо сигналу при перевищенні лінії порога. Управління другим скануючим приймачем як засобом аудіо контролю без зупинки сканування основним приймачем (настройка на частоту, прослуховування і запис де модульованого аудіо сигналу без зупинки сканування). Можливість управління скануючим приймачем по мережі, передача де модульованого аудіо сигналу по мережі в реальному масштабі часу.

Контролювати пристрої бездротового зв'язку Wi-Fi. Моніторинг за пристроями Wi-Fi мереж діапазонів 2.4 / 5 ГГц з можливістю автономного, цілодобового збору інформації з подальшою передачею накопиченої інформації по мережі LAN. Робота в реальному масштабі часу. Аналізувати сигнали DECT, GSM, Bluetooth, TETRA, APCO 25, DMR, IEEE 802.15.4 (ZigBee), UMTS (3G).

Зовнішній вид апаратно пошукового комплексу "Кассандра" наведено на рис.1.1



Рис. 1.1. Зовнішній вигляд пошукового АПК Касандра з ПЗ «РадіоІнспекторСофт ТМ»

Як бачим з опису комплекс з ПЗ «РадіоІнспекторСофт ТМ» дозволяє практично виконувати всі завдання пошуку цифрових радіозакладок, однак недоліком цього комплексу і ПЗ є його модульність яка не дозволяє виконувати пошук відразу в повному обсязі, необхідно опціонально докуповувати додаткові модулі такі як RadioInspectorWI-FI, DTest (Digital Test) та інше. Оператору необхідно працювати в різних програмних середовищах-відсутній так зване «єдине вікно» пошуку ЗНОІ. Недоліки є у алгоритмах перетворення та розпізнавання, так у алгоритме перетворення основним є алгоритм віконного перетворення Фу'р'є, у алгоритмі розпізнавання алгоритм порівняння сигналів з заданими оператором.

Цього недоліку частково позбавлений АПК DeltaX, який є продовженням АПК з АПК DigiScan. Розробник удосконалив ПЗ DigiScan, доповнено його можливістю демодулювати та аналізувати сигнали що працюють в стандартах

DECT, GSM, Bluetooth, Wi-Fi, TETRA, виконувати демодуляцію и відображення картинки аналогового телевізійного сигналу, в тому числі, з використання методу інверсії синхроімпульсів, демодулювати аналогові АМ и FM сигнали в смузі частот від десятків герц до декількох мегагерц. Намагаючись виконати вище викладені вимоги в повну обсязі. Результатом цих удосконалень став апаратно програмний комплекс (АПК) з ПЗ «Delta 2000/6 Real-time X Advanced». Зовнішній вигляд комплексу представлено на рис 2.



Рис. 1.2. Зовнішній вигляд пошукового АПК з ВО «Delta 2000/6 Real-time X Advanced».

На сьогодні автоматизованого пошуковий комплекс на базі ПЗ DeltaX, це самий передовий комплекс, він дозволяє шукати цифрові радіозакладки, демодулювати, аналізувати, ідентифікувати та локалізувати базові станції та мобільні пристрої. Цей АПК наблизився до оптимального, однак програмний засіб його не використовує для пошуку векторний аналіз, в повну обсязі. Тобто не приділено потрібної увазі векторному аналізу та автоматичної пеленгації цифрових радіозакладок. У якості перетворення вхідних сигналів розробник використовує віконне перетворення Фур'є, що не відповідає сучасним вимогам. Віконне

перетворення Фур'є не може у повній мері задовільнять перетворенню цифрових сигналів.

Аналіз був би не повний як що не розглядати комплекс АКОР.

АКОР-2ПК є другим поколінням універсальних професійних пошуково-вимірювальних комплексів серії АКОР і призначений для пошуку ЗНОІ, для нього характерні такі особливості: використання в якості обчислювача сучасний ПК дозволяє удосконалювати програмне забезпечення комплексу і розширювати його функціональні можливості з радіомоніторингу, виявлення малопотужних цифрових пристроїв, виявлення технічних каналів витоку інформації від персональних електронно обчислюваних машин; висока автоматизація всіх процесів виявлення технічних каналів витоку інформації по паразитним електромагнітним випромінюванням (ПЕМВ); наявність звукового корелятора для виявлення паразитного модуляції ПЕМВ мовним сигналом; наявність набору фільтрів з шириною смуги до 1 Гц, що дозволяє вимірювати сигнали, що лежать нижче рівня шумів; універсальність, тому що він поєднує в собі функції двох комплексів: пошукового - для радіомоніторингу та вимірювального який вимірює та визначає ПЕМВ (два в одному); простота управління і перемикання з пошукового режиму роботи комплексу в вимірювальний. Цей АПК перевершує вище описані комплекси по виявленню технічних каналів витоку інформації по ПЕМВ, однак поступається їм по спектральному аналізу та локалізації цифрових ЗНОІ.



Рис. 1.3. Зовнішній вигляд пошукового АПК АКОР-2ПК

Так у процесі радіомоніторингу перетворення вхідних сигналів розробник використовує віконне перетворення Фур'є, що не відповідає сучасним вимогам. Виявлення ПЕМВ у сучасній радіоефірної обстановки проводиться надійно тільки на малій відстані від джерела ПЕМВ, тобто значно збільшує час перевірки.

Підсумовуючи вищенаведені факти, бачимо що переховані АПК мають недоліки, тобто щоб уникнути цих недоліків, потрібно сформулювати вимоги до перспективного автоматизованого програмного комплексу радіомоніторингу:

1. Сучасний комплекс АПК повинен мати досить високоякісні тракти аналогової і цифрової обробки сигналу, щоб присутність сторонніх потужних сигналів не заважало йому виявляти над широкосмугові і яшмоподібні сигнали. У тактико-технічних характеристиках радіоприймальних засобів відповідність цим вимогам відбивається в таких характеристиках як чутливість і динамічний діапазон.

З розвитком технологій дані характеристики будуть поліпшуватися. За точку відліку в даний час можна прийняти характеристики сучасних вимірювальних приймачів з чутливістю - не менше -160дБт (1 Гц) та динамічним діапазоном не менше 85 дБ на частоті 1 ГГц.

2. Сучасний комплекс радіомоніторингу повинен мати досить високоякісне і багатофункціональне програмне забезпечення, яке повинно дозволяти, виконувати наступні функції:

- швидко виконувати виявлення сигналів ЗНОІ, для цього використовувати нові методи перетворення сигналів (позбавитися недоліків методів які використовуються на теперішній час).

- забезпечувати розпізнавання сигналів ЦЗНОІ, за допомогою програмних засобів нового покоління, які повинні розпізнавати сигнали ,крім класичних методик, методом аналізу енергетичної щільності сигналів;

- проводити аналіз амплітудно-частотно-часового подання результатів радіомоніторингу в режимі реального часу та в відкладеному режимі, мати можливість аналізувати весь сигнал через тривалий період часу;

- проводити аналіз швидкості зміни амплітудно-частотно-часового подання результатів радіомоніторингу в режимі реального часу та в відкладеному режимі, мати можливість аналізувати весь сигнал через тривалий період часу;
- виконувати аналіз сигналів по векторній діаграмі у режимі реального часу та у відкладеному режимі;
- здійснювати пеленгацію невідомих джерел радіосигналів, та мати можливість робити пеленгаційне поле.

Крім цього, програмне забезпечення повинно підтримувати методи пошуку, що стали вже «традиційними» і широко використовуваними на практиці:

- метод рознесених антен;
- метод порівняння з еталонною панорамою;
- використання селективної лінії порога і формування переліку сигналів, які перевищили лінію порога;
- детальний аналіз характеристик спектрів прийнятих сигналів до 6 ГГц;
- автоматичний запис фонограм і низькочастотний аналіз де модульованого аудіо сигналу.

Функціональні можливості, ергономічні характеристики і розробка програмного забезпечення всіх комплексів пошуку ЗНОІ є найбільш актуальними на сьогодні, бо, безумовно, пошук сучасних ЦЗНОІ - це інтелектуальна боротьба розробника таких засобів і оператора, що виконує пошук закладок. Програмне забезпечення - це інструмент пошукача, і від того, наскільки воно функціонально і зручно, в чималому ступені визначає результат робіт.

1.3. Аналіз існуючих підходів до вирішення проблеми пошуку ЦЗНОІ за допомогою автоматизованих програмних комплексів

Аналіз сучасних автоматизованих комплексів показав, що процес пошуку ЦЗНОІ АПК має суттєві недоліки, перший недолік це використання у якості вимірювальних пристроїв радіосигналів, скануючих приймачів, або спектр аналізаторів з недостатньою роздільною здатністю та частотним діапазоном

вимірювання сигналів. Цей недолік усувається розвитком технічної елементної бази та конструкторським рішенням перспективних спектр аналізаторів та векторних аналізаторів.

Більше уваги заслуговує застосований у сучасних АПК програмний засіб. Програмне забезпечення - це інструмент пошукача, і від того, наскільки воно функціональне і зручне, в чималому ступені визначає результат робіт. Воно складеться з наступних важливих елементів: перетворення вхідного сигналу від вимірювального пристрою у вигляд зручний для подальшого аналізу; виявлення сигналу ЦЗНОІ, розпізнання сигналу ЦЗНОІ на фоні легальних сигналів радіоефіру; локалізація ЦЗНОІ.

Аналіз питання перетворення сигналів показав, що більш за все використовується метод перетворення Фур'є, особливо швидкі алгоритми грають важливу роль при обробці дискретних періодичних сигналів. Найбільш популярним є швидке перетворення Фур'є (ШПФ) Відзначимо, що теорія ШПФ далеко не проста, класичними працями по ШПФ стали книги Макклеллана і Райдера, Блейхута, Нуссбаумера. Ключовою роботою в теорії ШПФ стала робота Кулі та Тьюки. З того часу інтерес до ШПФ не згасає. У відомому оглядовому звіті Барраса 1997 згадується понад 3400 робіт по ШПФ. Велика частина з них — це роботи, пов'язані з обчислювальними аспектами ШПФ і питаннями реалізації ШПФ на різних ЕОМ.

Головним варіантом цифрової обробки сигналів є дискретне перетворення Фур'є (ШПФ), яке оперує дискретною за часом вибіркою періодичного сигналу у часовій області.

Фундаментальне рівняння для отримання N-точкового ШПФ виглядає наступним чином:

$$X(k) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x(n) e^{-j\frac{2\pi kn}{N}} = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x(n) \left[\cos\left(\frac{2\pi kn}{N}\right) - j\left(\frac{2\pi kn}{N}\right) \right], \quad (1.1)$$

де $X(k)$ являє собою частотний вихід ШПФ в k -ой точці спектра, де k знаходиться в діапазоні від 0 до $N-1$. N становить собою число відділків при обчисленні ШПФ.

Незважаючи на те, що ефективні алгоритми ШПФ існують для практично будь-яких довжин періодів, довжина, рівного ступеня двійки, залишається найпопулярнішою через максимальної продуктивності.

Основне призначення перетворення Фур'є — виділити частоти регулярних складових сигналу, сигналу з шумами. Що стосується завданням пошуку ЗНОІ це завдання виявити сигнал радіозакладки, причому як викладалось у літературі сигнал радіозакладки маскується різними шумами.

Звідси випливає наступний висновок, що ШПФ показує загальні відомості про частоти досліджуваного сигналу та не дає уявлення про локальні властивості сигналу при швидких тимчасових змінах його спектрального складу. ШПФ не може аналізувати частотні характеристики сигналу в довільні моменти часу.

Спираючись на результати проведеного моделювання можна зробити узагальнені висновки:

1. ШПФ дає частотну інформацію, що міститься в сигналі та не дозволяє визначити момент часу виникнення і закінчення цієї частоти.

2. Обмежена інформативність аналізу нестационарних сигналів і практично повна відсутність можливостей аналізу їх особливостей.

3. Гармонійні базисні функції розкладання не здатні показувати перепади сигналів з нескінченною крутизною, тому що для цього потрібно нескінченно велика кількість членів ряду. При обмеженні числа членів ряду Фур'є в околицях стрибків і розривів при відновленні сигналу виникає ефект Гіббса.

4. Перетворення Фур'є показує загальні відомості про частоти досліджуваного сигналу і не дає уявлення про локальні властивості сигналу при швидких тимчасових змінах його спектрального складу. Перетворення Фур'є не має можливості аналізувати частотні характеристики сигналу в довільні моменти часу. Отриманий аналіз свідчить, що ШПФ не підходить для аналізу випадкових радіосигналів з метою визначення сучасних ЗНОІ.

З метою усунення перерахованих вище недоліків було застосовано так зване «віконне перетворення», яке полягає в розбиття сигналу на часові ділянки. Розглянемо практичне застосування віконного перетворення, для цього візьмемо сигнал перемноження двох синусоїд, до дамо до сигналу білий шум і зробимо віконне перетворення Фур'є:

З отриманих результатів випливає, що віконне перетворення обмежує сигнал по величині, а також зменшує амплітуду граничних значень сигналу.

Зменшене амплітуди граничних значень сигналу дуже важливо при подальшому перетворенні заданого сигналу. Факт зменшення амплітуди граничних значень сигналу безпосередньо залежить від вибору віконної функції.

Вибір віконної функції є одним з важливих критеріїв в цифровій обробці сигналу, тому що обмеження які накладають на сигнал віконні функції можуть приховати або точніше нерозпізнати необхідний сигнал радіозакладки.

Вибір віконної функції доцільно проводити за двома параметрами:

- Динамічному діапазону сигналу,
- Ширині вікна або так званого діапазону вибірки сигналу.

При пошуку радіозакладок динамічний діапазон невідомий, виходячи з чого пропонується визначати його з можливості вхідного пристрою автоматизованого пошукового комплексу (АПК) яке виконує функцію аналогової цифровій обробці вхідного сигналу. Динамічний діапазон в такому випадку розраховується за формулою:

$$D = 20 \cdot \log_{10} 2^B = B \cdot 20 \cdot \log_{10} 2 = B \cdot 6,02 \quad (1.2)$$

де D -динамічний діапазон в децибелах, B - кількість розрядів вхідного пристрою АПК.

Виходячи з вищевикладеного приходимо до висновку, що перетворення радіосигналу за допомогою віконного перетворення Фур'є (далі ВПФ), усуває недоліки перетворення ШПФ, тобто аналіз вже відбувається не у частотній, а частотне-часовій області тому сигнал вже розбивається на тимчасові інтервали-вікна. Однак основною проблемою в ВПФ залишається те що при отриманні

частотне-часової характеристики сигналу з'являється так званий принцип невизначеності Гейзенберга який виникає для параметрів часу і частоти сигналу. В основі принципу невизначеності лежить той факт, що неможливо сказати точно яка частота присутній в сигналі в даний момент часу (можна говорити тільки про діапазон частот) і не можливо сказати в який точно момент часу частота присутній в сигналі (можна говорити лише про період часу). При цьому можливість виявити сигнал цифрової радіозакладки яка передає сигнал в імпульсному режимі, в короткий проміжок часу стає дуже проблематичною.

Як зазначалося вище можливо добитися необхідної точності, внаслідок збільшення роздільною здатності (звуження вікна), якщо імпульси виходу в ефір радіозакладки будуть проходити з певною періодичністю, але тільки внаслідок збільшення часу обробки сигналу. Радіозакладку яка передає накопичену інформацію в одиничному імпульсі визначити не представляє можливим, з огляду на те що час обробки радіосигналу може виявитися більше часу виходу радіозакладки в ефір.

Проблему невизначеності Гейзенберга вирішує так зване вейвлет перетворення. Вейвлет перетворення (Wavelet англ.коротка хвиля) широке розповсюдження отримало порівняно недавно (сам термін Wavelet) був введений в 1984году., у зв'язку з розвитком обчислювальної техніки.

Вейвлети мають вигляд коротких хвильових пакетів з нульовим інтегральним значенням, локалізованих по осі аргументів (незалежних змінних), інваріантних до зсуву та лінійних до операції масштабування (стиснення / розтягування). За локалізацією у тимчасовому та частотному поданні вейвлети займають проміжне положення між гармонійними (синусоїдальними) функціями, локалізованими по частоті, і функцією Дірака, локалізованої в часі.

Теорія вейвлетів не є фундаментальною теорією, але вона дає зручний і ефективний інструмент для вирішення багатьох практичних завдань, зокрема завдання визначення коротких імпульсів передачі інформації радіозакладками.

У порівнянні з перетвореннями Фур'є, вейвлети здатні з більш високою точністю представляти локальні особливості сигналів. На відміну від перетворень

Фур'є, вейвлет-перетворення одновимірних сигналів забезпечує двовимірну розгортку, при цьому частота і координата розглядаються як незалежні змінні, що дає можливість аналізу сигналів відразу у двох просторах. Одна з головних особливостей вейвлетного перетворення сигналів на різних рівнях перетворення полягає в поділі функцій наближення до сигналу на дві групи: апроксимирующую — грубу, з досить повільною тимчасовою динамікою змін, і деталізує — з локальної та швидкою динамікою змін. Це можливо як в тимчасовій, так і в частотній областях уявлення сигналів вейвлетами.

Оснoву вейвлет перетворення становить — коротка хвиля яка проходить між сигнал та є свого роду вікном деякої ширини для деякого часового проміжку. Ця коротка хвиля називається материнський вейвлет. Материнський вейвлет це функція яка буде прототипом всіх вікон, які будуть створюватися на тимчасовому відрізьку вейвлет перетворення.

За аналогією з віконним перетворенням Фур'є масштаб пов'язаний зворотною залежністю з шириною вейвлета (вікна), менше хвиля — більше масштаб і навпаки. Особливістю є зрушення за часом який регулює рух вейвлетов з тимчасової компоненти сигналу.

Спираючись на вище викладене можливо провести узагальнений аналіз вейвлет перетворень сигналів.

Переваги та недоліки вейвлетних перетворень.

1. Вейвлетніе перетворення володіють всіма достоїнствами перетворень Фур'є.

2. Вейвлетніе базиси можуть бути добре локалізованими як по частоті, так і за часом.

3. Вейвлетніе базиси, на відміну від перетворення Фур'є, мають багато різноманітних базових функцій, властивості яких орієнтовані на рішення різних завдань. Базисні вейвлети можуть реалізуватися функціями різної гладкості.

4. Недостатком вейвлетного перетворень є їх відносна складність.

5. Вейвлетніе складові сигналу в перетинах його спектра не мають нічого спільного з синусоїдами, і представлені, як правило, сигналами досить складною і

не завжди зрозумілою форми, що може ускладнювати їх наочне уявлення і розуміння.

Останній недолік і свідчить що випадкові імпульси дуже складно виявити за допомогою вейвлет перетворень, тому потрібно розробляти другі більш оптимальні методи перетворень.

Наступним кроком у пошуку ЗНОІ є питання розпізнавання сигналів на фоні сигналів легального діапазону радіофіру. Традиційно практичний інтерес для розпізнавання радіосигналів представляють ті методи, які при заданих умовах забезпечують необхідний рівень правдивості класифікації. До недавнього часу домінантним був підхід до побудови пристроїв розпізнавання, при якому не накладалися обмеження на тривалість оброблюваної реалізації сигналу. Необхідна правдивість розпізнавання досягалася шляхом статистичної обробки отриманих результатів, а також збільшення розмірності простору ознак. Однак при розпізнаванні короткочасних сигналів сучасного радіофіру складно забезпечити зазначені умови. Додатковою вимогою, часто є необхідність прийняття рішення в умовах дефіциту часу. Тут необхідний перехід до інших методів, які забезпечують необхідну контрастність радіосигналів у формованих ознакових просторах згідно зі сформульованими умовами.

Процес розпізнавання характерних або випадкових сигналів складається з двох етапів:

- розпізнавання сигналів;
- аналіз параметрів і взаємозв'язку розпізнаних сигналів та формування оцінювального висновку.

На етапі розпізнавання присутній ряд труднощів. Радіосигнали квазіперіодичності та у точної міри ніколи не повторюють один одного, що обумовлює вибір різних методів розпізнавання.

Одним з яких є синтаксичний метод. Прі використанні синтаксичного методу спочатку виявляється локалізація одного сигналу пошуком простого максимуму, потім створюється параметричний опис (амплітуда, тривалість переднього і заднього фронту) і далі проводиться сканування всього діапазону радіофіру на

предмет локалізації аналогічних схожих ділянок. Метод показав хорошу стійкість до коливань ізоляції, однак помилявся при сумірності амплітуд і тривалості сигналів при значній зашумленості вихідного сигналу. Помилки, як правило, укладалися в пропуску шуканих фрагментів сигналу при його аналізі. Тобто сигнали ЦНОІ не розпізнавалися, вони пропускалися.

Наступним є кореляційний метод. Кореляційний метод заснований на вимірюванні ступеня подібності (коефіцієнтів кореляції) еталонного зразка або файлу «зразка» з файлом реального сканування радіофіру. У результаті отримуємо масив коефіцієнтів кореляції, розподілених по тимчасовій осі сигналу. Кореляційний метод показав високу чутливість навіть на зашумлених ділянках радіофіри та дозволив досить точно розпізнавати сигнали радіофіру. Однак недоліками є те, що всі результати, отримані за допомогою кореляційного методу можна використовувати тільки в області дослідження або близько до неї. Тобто на ділянках малої тривалістю. Після виявлення стохастичних зв'язків між досліджуваними змінними величинами необхідно приступати до математичного опису цікавих йому залежності, тобто необхідно перейти від кореляційного аналізу до регресійного аналізу.

Останнім питанням пошуку є питання локалізації сигналів ЦНОІ.

Більшість методів радіопеленгації дозволяють пеленгувати тільки один випромінювач на певній частоті, зайнятої виключно цікавлять передавачем. Якщо додаткові передавачі працюють на тій же частоті, можливо негативний вплив на пеленгацію (внутріканальна перешкода). В цьому випадку результат пеленгації залежить від співвідношення рівнів передавачів. Якщо один з передавачів значно потужніше інших, відповідний пеленг відображається з незначними помилками. Якщо передавачі мають близькі рівні, результат пеленгації зазвичай неправильний. Це стосується всіх традиційних принципів пеленгації, включаючи кореляційний інтерферометр і методи Доплера і Ватсона-Ватта.

Таким чином, при пошуку АПК ЦНОІ виникає проблема визначення та розпізнавання ЦНОІ, яка, безумовно, є актуальною науковою задачею.

Висновки до розділу 1

На сьогоднішній день науково-методичний апарат забезпечення автоматизованого пошуку ЗНОІ достатньо розвинутий для аналогових сигналів ЗНОІ, що описуються системою нескладних диференціальних рівнянь. В той же час відсутня чітка методологія пошуку для цифрових засобів негласного отримання інформації що працюють на фоні легальних сигналів радіоефіру.

Шляхом аналізу було виявлено обмеженість існуючих методів виявлення та розпізнавання ЗНОІ. На це є ряд певних причин де не враховувались певні фактори:

1) Не враховувався швидкий перехід випадкових сигналів та сигналів ЗНОІ у цифровий діапазон радіоефіру під час перетворення сигналів та при перетворенні сигналів з метою виявлення сигналів ЗНОІ.

2) Також не було враховано умови використання цифрових технологій для запису та імпульсної передачі інформації та інше.

В дипломній роботі висунута актуальна задача удосконалення модулів автоматизованих пошукових комплексів засобів негласного отримання інформації.

Відсутність аналогічних рішень у нашій країні та за кордоном робить результати досліджень пріоритетними.

РОЗДІЛ 2 АВТОМАТИЗОВАНІ КОМПЛЕКСИ ПОШУКУ ЗАСОБІВ НЕГЛАСНОГО ОТРИМАННЯ ІНФОРМАЦІЇ

2.1.1 "Кассандра-М"



Рис. 2.1. Кассандра-М

Комплекс призначений для постійного, періодичного або оперативного моніторингу радіо обстановки, для виявлення несанкціонованих радіовипромінювань, в тому числі передавачів, що використовують складні алгоритми маскування (накопичення інформації, перебудову по частоті, широкосмугові і шумоподібні випромінювання і т.д.), детального дослідження радіосигналів, локалізації їх джерел, а також для створення архівів результатів радіомоніторингу.

Унікальне поєднання нових високошвидкісних технічних рішень і передового програмного забезпечення «РадіоІнспектор». У комплексі використовуються високоякісний радіоприймальний тракт і модуль цифрової обробки, які забезпечують надійне виявлення сигналу і відсутність помилкових комбінаційних перешкод в складній електромагнітній обстановці. Передове

програмне забезпечення дозволяє використовувати найбільш прогресивні відомі методи і пропонує ряд нових підходів до пошуку незаконно діючих передавачів, що використовують методи приховування випромінювання.

Максимальна швидкість сканування понад 2000 МГц / с при смузі аналізу 40 кГц. Мінімальна дозвіл 8 Гц.

Мінімізовані габарити і маса основного блоку. Габарити пристрою не перевищують розміри ноутбука з екраном 13 ", що при масі 3,5 кг дозволяє переносити і експлуатувати комплекс таємно, використовуючи в якості контейнера стандартну сумку для ноутбуків. Автономне живлення до 2-х годин дозволяє виконувати пошук прихованих передавачів в "переносному" варіанті.

Нижня межа діапазону частот 0,009 МГц, що дозволяє використовувати комплекс для аналізу провідних ліній, використовуючи прості пристрої гальванічної розв'язки.

Для виконання радіомоніторингу та для статистичного аналізу результатів радіомоніторингу використовується програма RadioInspectorRT.

RadioInspectorRT - Унікальний за якістю і можливостям для користувача інтерфейс, який надає оператору практично необмежені можливості по відображенню інформації та обробці зображень для аналізу сигналів у часі і по частоті.

Амплітудно-частотно-часовий аналіз електромагнітної обстановки (ЕМО) за будь-який тривалий час (від декількох годин до цілодобового радіомоніторингу), з можливістю порівняння ЕМО в декількох рознесених точках.

Одночасний моніторинг будь-якої кількості діапазонів частот або списків фіксованих частот зі своїми параметрами сканування в кожній смузі.

Використання баз даних виявлених і легальних сигналів.

Широкі можливості завдання порогів виявлення сигналів, враховані практично будь-які варіанти, в тому числі і адаптивний поріг виявлення.

Жоден сигнал, навіть якщо він буде прийнятий всього один раз, не буде втрачено. Всі результати сканувань зберігаються в базах даних і можуть бути піддані додатковому аналізу при відкладеної обробки. Можливість відкладеної

експертної обробки, можливість порівняння поточної ЕМО з ЕМО при попередньому обстеженні.

Можливість дистанційного керування апаратурою по локальній або глобальній мережі, в тому числі через 3G-модем. Оператор може працювати з комплексом, перебуваючи в будь-якому зручному для нього місці.

Можливість управління додатково підключеним приймачем або спектроаналізатором (паралельна робота різних засобів вимірювань для різних діапазонів частот).

Низькочастотний аналіз прийнятого сигналу. Звукозапис демодульованого сигналу з можливістю відновлення інформації за п'ять секунд, що передували початку запису.

Опціонально:

- Можливість цифрової обробки і аналізу сигналів (DECT, TETRA, APCO 25, TV, GSM, Bluetooth; векторний аналіз).
- СВЧ-конвертер (18 ГГц) з адаптованим керуванням.
- Генератор активної перешкоди (1,8 ГГц) з адаптованим керуванням.

2.1.2 ПАК DigiScan

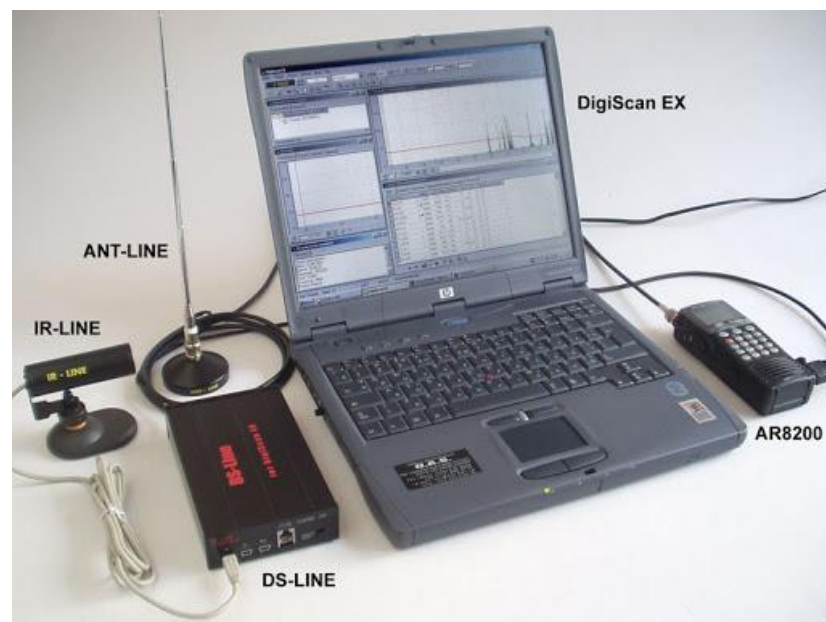


Рис. 2.2. ПАК DigiScan

Автоматизований пошуковий програмно-апаратний комплекс ПАК DigiScan, що складається з портативного комп'ютера, зі спеціального програмного забезпечення DigiScan -2000 і скануючого приймача AR 3000 А, призначений для виявлення радіосигналів з закладних пристроїв, визначення їх частоти, смуги пропускання, дослідження сигналів по кореляційних функціях, амплітудних і спектральних характеристиках, виявлення гармонік сигналу, класифікації виявленого сигналу (дружній або небезпечний) і занесення результатів в базу даних.

Комплекс працює під керуванням універсального пошукового програмного забезпечення DigiScan -2000, яке реалізує наступні передові методи виявлення:

- динамічний поріг;
- вимір смуги сигналу;
- перевірка наявності гармонік сигналу;
- пасивна кореляція;
- пасивна кореляція з зондуванням;
- активна амплітудна кореляція;
- активна спектральна кореляція;
- відбір сигналів по сумарному рівню небезпеки.

Після включення ПАК для сканування діапазону частот оператор повинен виставити наступні параметри:

- рівень порога і атенюатора для кожного відрізка діапазону частот;
- параметри роботи приймача: для AR -3000 А рекомендується швидкість обміну 9600 бод. інтервал опитування 25 мс, кількість запитів 2;
- параметри пошуку: перевіряється діапазон, крок основний панорами, поріг небезпеки (рекомендовані значення: 20 - 2036 МГц; 180 кГц; 2 - відповідно);

параметри аналізу:

- необхідність додаткового тестування сигналів в модуляції АМ;

- перевіряються гармоніки (рекомендується перевіряти 2-гу і 3-тю гармоніки);
- кореляція: пасивна, пасивна з зондуванням (для скритності перевірки) або активна (рекомендується використовувати, коли можна демаскувати пошукові заходи);

параметри звуку:

- включити параметр «Автоматичне регулювання посилення»;
- озвучування: при пасивної кореляції виставити параметр «Немає», при активній CD - або MIDI -програвач;
- запис звукового зразка небезпечних сигналів - 3 с;

параметри оповіщення:

- сигналізація про закладення: виставити прапорець «При виявленні»;
- звуковий сигнал: вибрати короткий wav -файл.

DigiScan -2000 працює в двох режимах: Пошук і Ручний режим.

Після виставлення параметрів *оператор включає режим автоматичного сканування в заданому діапазоні* (команда «Пошук» в меню «Режим»).

У режимі пошуку програма автоматично сканує заданий діапазон, знаходить сигнали, що перевищують заданий поріг, і виконує тести, які встановив оператор. Якщо виявлений небезпечний сигнал, програма оповіщає оператора звуковим сигналом або виводить повідомлення на екран і включає запис звукового зразка. Сигнал заноситься в розділ бази даних «Небезпечні». Всі інші сигнали заносяться в розділ бази даних «Нові». В розділ «Все» потрапляють всі сигнали, незалежно від безпеки. Після декількох сканувань всього діапазону оператор зупиняє пошук і переходить в ручний режим.

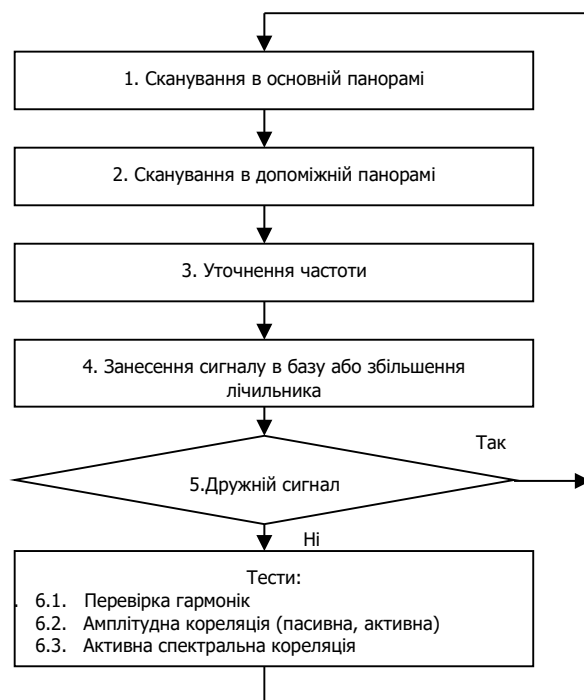


Рис. 2.3. Блок-схема алгоритму пошуку

В ручному режимі оператор може проаналізувати результати пошуку або спробувати самостійно знайти нові сигнали. Для цього оператор крокує по діапазону і виконує тести над виявленими сигналами. В ручному режимі також використовується поріг, що задається оператором. В ручному режимі оператор може переглядати осцилограму і спектр сигналів на дисплеях «Амплітуда» і «Спектр».

Алгоритм пошуку небезпечних сигналів.

Алгоритм пошуку небезпечних сигналів зображений на блок-схемі, представленої на рис. 2.3. Виконувана поточна операція відображається в рядку статусу внизу програми.

Сканування в основній панорамі. У режимі пошуку DigiScan -2000 починає сканування в головній панорамі. Модуляція приймача - WFM, крок сканування дорівнює смузі цієї модуляції. Для AR 3000 А ця величина складає 180 кГц. Синя вертикальна лінія на основній панорамі - це маркер, який показує поточну частоту. На головній панорамі червоною лінією відображається поріг. При перевищенні порогу програма запам'ятовує частоту, на якій почалося перевищення (F 1) і

продовжує сканування до частоти, на якій перевищення закінчується (F 2). Програма запам'ятовує ці частоти і переходить до докладного сканування в допоміжній панорамі.

Основна панорама дозволяє відображати від 0.1% до 100% від перевіреного діапазону. Для збільшення або зменшення використовується регулятор в нижній лівій частині основної панорами. Перед початком пошуку, коли буде здаватися поріг, рекомендується встановити масштаб 50-100% для перегляду всього діапазону.

Редагування порога здійснюється до початку пошуку за допомогою команди «Поріг» пункту меню «Режим».

Сканування в допоміжній панорамі . Модуляція приймача - NFM , крок сканування дорівнює смузі цієї модуляції. Для AR 3000 А ця величина складає 12 кГц. Маркер поточної частоти відображається синьою вертикальною лінією. Діапазон сканування в допоміжній панорамі (f 1, f 2) автоматично обчислюється за значеннями частот F 1 і F 2:

- початок діапазону $f 1 = F 1 - 90$ кГц;
- кінець діапазону $f 2 = F 2 + 90$ кГц.

Після того, як програма закінчить сканування в діапазоні від f 1 до f 2, вона переходить до пошуку перевищень порога. На малюнку позначені цифрами 1-4 перші чотири перевищення порога.

Виявлені сигнали програма заносить в список, вибирає перший сигнал з цього списку і переходить в режим уточнення частоти цього сигналу.

Допоміжна панорама дозволяє відображати від 0.1% до 100 від перевіреного діапазону. Для збільшення або зменшення використовується регулятор в нижній лівій частині основної панорами.

Уточнення частоти. В цьому режимі DigiScan-2000 уточнює частоту сигналу зі списку, отриманого під час детального сканування. Сканування в допоміжній панорамі проводилося з кроком, рівним смузі NFM – 12 кГц. Закладка може мати частоту, зміщену щодо 12кГц сітки і програма може неточно налаштуватися і пропустити її. Щоб уникнути цього, програма перевіряє рівень

сигналу на частоті, меншою на половину кроку NFM і більшою на половину кроку NFM. Якщо на якійсь з цих сусідніх частот рівень вище, ніж на центральній частоті, то ця сусідня частота буде вважатися частотою сигналу. Таким чином, точність вимірювання частоти підвищується до 6 кГц.

Занесення сигналу в базу або збільшення лічильника . Виявлені сигнали автоматично заносяться програмою в базу даних, незалежно від рівня небезпеки. Якщо сигнал уже є в базі даних, його лічильник збільшується на 1. *Пропуск дружніх сигналів* . Якщо сигнал уже є в базі даних і позначений як дружній, то процес пошуку пропускає цей сигнал і продовжує роботу по перевірці інших сигналів або скануванню. Дружні сигнали мають позначку "ДР" біля рівня небезпеки. При роботі в ручному режимі позначку "Др" потрібно ставити вручну. Примітка. Позначка сигналів як "дружніх" виключає їх з тестування під час пошуку. Необхідно точно впевнитися, що всі сигнали безпечні, інакше можна пропустити закладку.

Перевірка гармонік. В цьому режимі DigiScan-2000 перевіряє наявність 2-ї і 3-ї гармоніки сигналу. Через обмеження в обсязі і потужності закладки, а також близькості до її антени, сигнал може мати гармоніки, кратні основній частоті. Наявність гармонік підвищує рівень небезпеки сигналу.

Знаючи основну частоту сигналу, програма обчислює частоти гармонік, множачи основну частоту на 2 (2-га гармоніка) і на 3 (3-тя гармоніка). Після цього на приймачі встановлюється модуляція WFM , він налаштовується на частоти гармонік, і проводиться зчитування рівня на цих частотах. Якщо рівень сигналу на цих частотах перевищує поріг, то вважається, що частота має гармоніки.

Якщо частота має обидві гармоніки, то сумарний рівень небезпеки сигналу підвищується на 1. Якщо гармонік немає або є одна з двох, то рівень небезпеки не підвищується.

Якщо налаштуватися на частоту гармоніки в ручному режимі, то можна почути такий же звук як на основній частоті, тільки з деякими спотвореннями. Для повноти аналізу рекомендується завжди встановлювати перевірку гармонік. Якщо діапазон перевірки починається з частоти вище 1000 МГц, то перевірка 3-ї

гармоніки не має сенсу, тому що частота 3-ї гармоніки буде вище верхнього діапазону приймача. При накопиченні бази даних дружніх сигналів рекомендується відключати перевірку гармонік.

Амплітудна кореляція.

У цьому режимі програма вимірює зв'язок між акустикою, приміщенням що перевіряється і сигналом на звуковому виході приймача, який називається кореляцією (К). При амплітудній кореляції йде порівняння амплітуди сигналу в часі. Для аналізу акустики приміщення використовується активний референтний мікрофон, що входить в комплект комплексу. Кореляція (коефіцієнт кореляції) може перебувати в діапазоні від -1 до +1. Якщо зв'язок між акустикою приміщення і сигналом на виході приймача є, то кореляція буде близька до +1. Така кореляція говорить про те, що приймач налаштований на закладний пристрій.

У режимі пошуку амплітудна кореляція проводиться при декількох видах модуляції - WFM , NFM і AM (встановлюється перед включенням режиму пошуку).

Результати вимірювання кореляції відображаються в правій нижній частині головного вікна DigiScan -2000 на сторінці «Протокол». Амплітудна кореляція позначається К 1. У базу даних потрапляє максимальне значення кореляції при модуляції WFM , NFM і AM і зберігається в полі К 1.

У відповідності зі значенням К1 обчислюється рівень небезпеки перевіреного сигналу:

- при $K1 = 0-0,33$, рівень небезпеки не змінюється;
- при $K1 = 0,33-0,66$, рівень небезпеки підвищується на 1;
- при $K1 = 0,66-1,0$, рівень небезпеки підвищується на 2.

Залежно від умов, в яких проводиться перевірка, можна використовувати один з видів амплітудної кореляції:

- пасивна;
- пасивна з зондуванням;
- активна.

Пасивна кореляція. Пасивна кореляція проводиться беззвучно і не демаскує пошукове заход. Для успішного проведення пасивної кореляції в приміщенні повинен бути якийсь звук. Це може бути музика з CD - або MIDI програвач комп'ютера, запис курсу англійської мови на касеті або радіоприймач. Якщо використовується радіоприймач, то частота, на яку він налаштований, може бути занесена програмою в розділ «Небезпечні». Пасивна кореляція дає менш точні результати, ніж активна. Наприклад, якщо в активному режимі кореляція закладки дорівнює 0.76, то в пасивному вона може бути 0.45, а іноді і менше. Якщо кількість проходів діапазону більше одного, то ймовірність пропуску небезпечного сигналу зменшується. Для підвищення точності вимірювання пасивної кореляції необхідно ставити час кореляції більший, ніж при проведенні активної. Для пасивної кореляції рекомендується виставляти час не менш як 10 сек.

Для озвучування приміщення можна використовувати CD - або MIDI програвач комп'ютера. Установка цих параметрів виконується на сторінці «Звук» команди «Параметри» в меню «Режим».

Пасивна кореляція з зондуванням. Той же тест, що і пасивна кореляція, за винятком того, що програма під час вимірювання кореляції періодично змінює гучність CD - або MIDI -програвача. Спочатку гучність стає максимальною, потім мінімальною і т.д. Це дозволяє значно підвищити точність кореляції і не демаскувати процес пошуку. Суб'єкт, який прослуховує може подумати, що просто йде настройка гучності. Такий вид кореляції вимагає використання озвучування за допомогою CD - або MIDI -програвача комп'ютера. Час пасивної кореляції з зондуванням може бути 5-10 с.

Активна амплітудна кореляція. Під час активної амплітудної кореляції DigiScan -2000 також порівнює амплітуду акустики приміщення і сигналу з звукового виходу приймача. Відмінність полягає в тому, що під час активної кореляції колонки комп'ютера відтворюють звукові імпульси, які значно підвищують точність і надійність пошуку. Звукові імпульси відтворюються з випадковим періодом від 0.2 до 1 с. При використанні активної кореляції час може бути меншим (3-5 с), хоча для підвищення надійності можна встановити і більшим.

Спектральна кореляція. У цьому режимі програма порівнює спектр акустики приміщення і сигналу з звукового виходу приймача. Для успішного проведення спектральної кореляції необхідно, щоб в приміщенні звучав сигнал з частотою, що змінюється. Це досягається відтворенням звукового файлу default.wav з таким сигналом. Час кореляції залежить від довжини цього файлу.

Спектральна кореляція також проводиться при декількох видах модуляції - WFM , NFM і AM . Результати спектральної кореляції відображаються в закладці «Аналіз» головного вікна в колонці К 2. Таке ж ім'я має поле бази даних, в якому зберігається максимальний результат кореляції (при різній модуляції).

Коли спектральна кореляція близька до -1, це означає що є зворотний зв'язок між спектром звуку в приміщенні і спектром сигналу. Це можливо при використанні радіопередавачів з інверсією спектру.

У відповідності зі значенням К2 обчислюється рівень небезпеки перевіреного сигналу:

- при $K2 = 0-0.33$, рівень небезпеки не змінюється;
- при $K2 0,33-0.66$, рівень небезпеки підвищується на 1;
- при $K2 = 0,66-1,0$, рівень небезпеки підвищується на 2.

Загальний рівень небезпеки сигналу обчислюється за наявності гармонік і за коефіцієнтами амплітудної і спектральної кореляції. При перевищенні рівня небезпеки порогового значення (рекомендоване значення 2), сигнал класифікується як небезпечний і заноситься в базу небезпечних сигналів.

Аналіз результатів пошуку. Після декількох проходів і сканування заданого діапазону частот можна роздрукувати всю базу або базу даних небезпечних сигналів, в якій записані такі параметри сигналів:

- частота, модуляція, смуга;
- наявність гармонік;
- значення К1 і К2;
- загальний рівень небезпеки;
- час, дата занесення сигналу в базу;

- значення лічильника (скільки разів сигнал зустрічався в процесі пошуку);
- коментар.

База даних має наступні розділи: «Нові», «Небезпечні», «Дружні», «Все».

Після цього детально аналізуються *всі небезпечні сигнали в ручному режимі*:

- прослуховується небезпечний сигнал;
- записується сигнал в waf -файл;
- аналізується осцилограмма;
- аналізується спектрограмма;
- прослуховуються 2-а і 3-я гармоніки;
- обчислюється коефіцієнт амплітудної кореляції;
- обчислюється коефіцієнт спектральної кореляції.

На основі детального аналізу небезпечних сигналів *робиться висновок* про наявність в приміщенні, що перевіряється радіовипромінювальних закладного пристрою і його характеристиках.

Всі результати роботи автоматично заносяться в файл протоколу, який є звітним документом. Роздруківка протоколу додається до акта перевірки (дод. 6). Крім того, до звітних документів відносяться база небезпечних сигналів, осцилограми, спектрограми сигналів виявлених закладних пристроїв.

Локалізація та пошук місця розташування виявлених радіопередавальних ЗП виконується за допомогою додаткових пошукових засобів:

- ST 031 « Піранья »;
- PROTECT 2103;
- RFM -32.

2.1.3 OSC-5000E



Рис. 2.4. OSC-5000E

Його назва походить від Omni Spectral Correlator і характеризує основне призначення як спектрального корелятора. Прилад розроблений американською фірмою Research Electronics Intl.

Програмно-апаратний комплекс Oscore досить добре відомий і на українському і на світовому ринку, йому більше шести років, і за ці роки він неодноразово модифікувався (з версії 1.6 до 5.0). Ціна комплексу в залежності від конфігурації коливається від \$ 12 000 до \$ 16 000.

Прилад виявлення засобів негласного знімання інформації OSCOR OSC-5000E призначений для контролю різних каналів витоку інформації. Здатний в ручному та автоматичному режимах проводити пошук і локалізацію широкого спектра засобів несанкціонованого знімання інформації, таких як радіомікрофони, телефонні передавачі, передавачі по електромережі і провідних лініях, пристрої лазерного знімання інформації.

Можливості OSCOR OSC-5000E:

- 24 годинний автоматичний і ручний контроль різних каналів витоку інформації;

- Спектральний аналіз діапазону від 10 кГц до 3 ГГц (до 21 ГГц з конвертером MDC-2100);
- Збереження в пам'яті приладу графічних образів спектральних смуг; їх обробка та аналіз.
- Аналіз сигналу за типом модуляції;
- Швидка локалізація джерела тривожного сигналу;
- Контроль телефонних ліній і дротових комунікацій напругою до 250В;
- Аналіз інфрачервоного каналу;
- Пасивний коррелятор акустичних сигналів з програмованими режимами, що дозволяє безшумно виявляти підслуховуючі пристрої;
- Попереднє завантаження параметрів ефіру (фону) і режим швидкого аналізу;
- Можливість створення баз даних сигналів із збереженням їх параметрів (часу виявлення, типу демодулятора, рівня тривоги);
- Програмування смуг частот для обстеження з різними режимами аналізу;
- Аналіз відеосигналів систем PAL / SECAM / NTSC;
- Віддалене управління приладом через модем;
- Акустичний локатор OTL-5000, що дозволяє визначати відстань до активних радіомікрофонів;
- Зручне функціональне меню, мінливий залежно від режиму роботи;
- Стрічковий плоттер, що дозволяє швидко протоколювати результати роботи;
- Ергономічний дизайн і компактне розміщення в міцному аташе-кейсі всього комплексу обладнання, включаючи комплект антен і аксесуарів.

Комунікаційне програмне забезпечення OPC-5000 поставляється разом з приладом, дозволяє працювати з OSCORом під керуванням персонального комп'ютера;

Мікропроцесорне управління дозволяє швидко проводити аналіз отриманих в сеансі роботи даних, зберігати їх в пам'яті приладу і протоколювати їх на вбудованому плоттері. Нову версію приладу 5.0 від попередніх версій відрізняє

високошвидкісний USB-порт для з'єднання з ПК, більш висока швидкість сканування, дисплей з підсвічуванням, поліпшена функціональність, додаткові режими для виявлення різних цифрових радіосигналів.

Версія 5.0 OSCOR OSC-5000E сканує діапазон 5 МГц - 1,5 ГГц менше ніж за 4 секунди. Таке збільшення швидкості сканування істотно підвищує ефективність виявлення приладу при роботі в ручному режимі за рахунок 5-кратного прискорення захоплення і відображення даних спектра. Це прискорює і підвищує надійність виявлення при використанні функції відстеження та захоплення пікових сигналів, яка надзвичайно важлива при виявленні передавачів з накопиченням інформації.

Режими роботи OSCOR OSC-5000E забезпечують роботу, як в ручному, так і в автоматичному режимі.

Sweep - режим панорамного аналізу обраного діапазону частот з певним видом модуляції і смугою. Ви легко можете масштабувати обраний спектральний діапазон, що дозволяє виділити цікавлять сигнали

У OSCOR реалізовано кілька варіантів перегляду радіочастотного спектру в режимі панорамного аналізу:

Перегляд спектра в реальному часі - забезпечує безперервний перегляд прийнятих сигналів. Надходить інформація не зберігається в пам'яті і використовується тільки для відображення.

Збереження дружнього спектра - це зображення зберігається в пам'яті OSCORa, для подальшого застосування

Перегляд спектра піків сигналів - це зображення зберігається в пам'яті OSCORa і постійно оновлюється в залежності від спектру реального часу.

Перегляд усередненого спектра - в цьому режимі відбувається усереднення інформації з спектра реального часу. Зображення не зберігається в пам'яті і повністю скидається при відновленні екрана.

Віднімання спектра частот - відбувається віднімання двох спектрів, отриманих в будь-яких з різних режимів, описаних вище, використовується для порівняння дружнього спектра частот зі спектром частот реального часу. На

малюнку представлені накладені один на одного збережені дані дружнього спектра і спектра пікових сигналів в режимі інвертування.

Нову версію приладу 5.0 від попередніх версій відрізняє високошвидкісний USB-порт для з'єднання з ПК, більш висока швидкість сканування, дисплей з підсвічуванням, поліпшена функціональність, додаткові режими для виявлення різних цифрових радіосигналів.

Спектральний корелятор OSCOR OSC-5000 є найдосконалішим портативним пошуковим приладом на ринку.

2.1.4 ST 031 «Піранья»



Рис. 2.5. ST 031 «Піранья»

Важливою перевагою «Піраньї» є те, що цей прилад дозволяє аналізувати сигнали, що приймаються як в режимі осцилографа, так і в режимі аналізатора спектра з індикацією чисельних параметрів.

Для проведення оперативних заходів по виявленню та локалізації спеціальних технічних засобів негласного отримання інформації, для виявлення природних і штучно створених каналів витоку інформації, а також для контролю якості захисту інформації може використовуватися багатофункціональний пошуковий прилад ST 031 «Піранья», який за співвідношенням «ціна - можливості

»не має аналогів як на українському, так і на зарубіжних ринках спеціальної техніки.

Заслужують уваги основні характеристики приладу, що складається з основного блоку управління і індикації, комплексу перетворювачів, і дозволяє працювати в наступних режимах:

- високочастотний детектор-частотомір з ідентифікацією сигналів GSM і DECT;
- скануючий аналізатор дротових ліній;
- детектор інфрачервоних випромінювань;
- детектор низькочастотних магнітних полів;
- віброакустический перетворювач;
- акустичний перетворювач;
- диференційний низькочастотний підсилювач.

Перехід в будь-який з режимів здійснюється автоматично при підключенні відповідного перетворювача. Інформація відображається на графічному РКІ дисплеї з регульованим підсвічуванням, акустичний контроль здійснюється через спеціальні головні телефони, або через вбудований гучномовець. Управління приладом здійснюється за допомогою 16-ти кнопкової плівковою клавіатури. Прилад дозволяє обробляти низькочастотні сигнали в режимі осцилографа, або спектроаналізатора з індикацією чисельних параметрів. Забезпечується можливість запам'ятовування в енергонезалежній пам'яті до двадцяти восьми зображень. В ST 031 передбачено виведення на дисплей контекстної допомоги в залежності від режиму роботи. Можливий вибір, як російською, так і англійською мовою.

Живлення здійснюється з використанням чотирьох батарей (акумуляторів) типу АА або від блоку живлення. Для оперативної перевірки працездатності режимів роботи виробу, спеціально розроблено контрольний пристрій «ТЕСТ». Для перенесення і зберігання ST 031 використовується спеціальна сумка, пристосована для компактною і зручною укладання всіх елементів комплекту.

Прилад ST 031P «Піранья», на відміну від ST 031 володіє новими можливостями:

- управління скануючим приймачем типу AR-8000 (AR-8200);
- управління можливо в режимах високочастотного детектора-частотоміра і скануючого аналізатора провідних ліній;
- управління полягає в установці сканера (як автоматичне, так і під управлінням користувача) на частоту прийнятого сигналу ST 031P;
- робота з IBM PC сумісним комп'ютером;
- управління ST 031P з комп'ютера;
- створення бази даних графічної і звукової інформації;
- ідентифікація радіосигналів стандарту BLUETOOTH і WLAN (802.11) (тільки для приладів з серійним номером 517 і вище);
- оновлення програмного забезпечення (firmware) основного блоку через Інтернет (тільки для приладів з серійним номером 517 і вище).

Пристрої ST 031 «Піранья» і ST 031P мають кілька (абсолютно ідентичних) режимів роботи. Кожен з режимів роботи характеризується набором тільки йому властивих властивостей і основних, спочатку закладених в нього можливостей.

Вбудований аналізатор спектру забезпечує виконання тих же основних функцій по вимірюванню амплітудних, частотних і часових параметрів аналізованих сигналів, які характерні і для промислових аналізаторів спектра загального призначення.

Вбудований осцилограф забезпечує виконання основних функцій по вимірюванню амплітудних, частотних і часових параметрів аналізованих сигналів, які характерні і для промислових осцилографів загального призначення. В осцилографі на програмно-технічній основі закладена можливість вибору параметрів вертикального розгорнення і управління переміщенням «променя» уздовж вертикальної осі, вибору меж горизонтального розгорнення, методів оцифровки сигналів і варіантів синхронізації, а також реалізації процедури курсорних вимірювань. Це дозволяє оптимальним чином формувати осцилограми

і проводити оцінку параметрів сигналу в різних умовах проведення контрольно-пошукових робіт.

Режим високочастотного детектора-частотоміра забезпечує прийом радіосигналів в ближній зоні, в діапазоні від 30 до 2500 МГц, їх детектування і висновок для слухового контролю і аналізу у вигляді чергуються тональних посилок (кляцань) або у вигляді явних фонограм при їх прослуховуванні як на вбудований гучномовець, так і на головні телефони. У кожен конкретний момент часу, на тлі реальної помехової обстановки, приймається і детектується найбільш потужний з усіх радіосигналів в робочому діапазоні. Наявність індикації на двох шкалах говорить про змішаному вигляді сигналу на вході детектора (наприклад, телевізійний сигнал). У разі впевненого прийому сигналу зі свідомо відомими параметрами відображається напис ідентифікації сигналу під цифровою шкалою рівня сигналу. Можлива індикація виявлення сигналів стандартів GSM і DECT.

Режим скануючого аналізатора провідних ліній. У цьому режимі прилад забезпечує прийом і відображення параметрів сигналів в дротяних лініях різного призначення (електричної мережі, телефонної мережі, обчислювальних мереж, пожежної та охоронної сигналізації і т.п.). Ці лінії можуть бути як знеструмленими, так і що знаходяться під напругою (постійним або змінним) до 600В. Класифікація сигналів в контрольованих дротяних лініях здійснюється на основі аналізу автоматично виводиться на екран дисплея діаграми, що відображає частотні складові спектра прийнятого сигналу і його рівень на кожній з них.

Режим детектора інфрачервоних випромінювань. У цьому режимі прилад забезпечує, з використанням виносного датчика, прийом випромінювань джерел інфрачервоного діапазону в ближній зоні (в межах конкретного приміщення на об'єкті спецробіт), їх детектування і висновок для слухового контролю і аналізу у вигляді або чергуються тональних посилок (кляцань), або в вигляді явних фонограм при їх прослуховуванні, як на вбудований гучномовець, так і на головні телефони.

Режим детектора низькочастотних магнітних полів забезпечує прийом на зовнішню магнітну антену і відображення параметрів сигналів від джерел низькочастотних електромагнітних полів з переважаючою, (наявної) магнітної

складової поля в діапазоні від 300 до 5000Гц. Класифікація сигналів та їх джерел здійснюється на основі аналізу автоматично виводиться НЕ екран дисплея осцилограми, що відображає форму прийнятого сигналу і поточне значення його амплітуди.

Режим віброакустического приймача забезпечує прийом від зовнішнього віброакустического датчика і відображення параметрів низькочастотних сигналів в діапазоні від 300 до 6000Гц. Стан віброакустического захисту приміщень оцінюється як кількісно (на основі аналізу автоматично виводиться на екран дисплея осцилограми), так і якісно (безпосереднє прослуховування прийнятого низькочастотного сигналу і аналіз його гучності і тембрових характеристик).

Режим акустического приймача дозволяє забезпечувати прийом на зовнішній виносний мікрофон і відображення параметрів акустических сигналів в діапазоні від 300 до 6000Гц. Стан звукоізоляції приміщень і наявність в них вразливих, з точки зору витoku інформації, місць визначається як кількісно, так і якісно.

«Піранья» вважається єдиним доступним для широкого користування універсальним пошуковим приладом, що дозволяє проводити всі види пошукових заходів для виявлення каналів витoku інформації за винятком нелінійної локації (виявлення непитомих напівпровідникових елементів). Велику популярність він придбав через своїх компактних розмірів і невеликий, в порівнянні з можливостями, ціни, а також завдяки можливості роботи з IBM PC сумісним комп'ютером, можливості управління з комп'ютера і створення бази даних графічної і звукової інформації.

2.1.5 AOR 8200



Рис. 2.6 AOR 8200

AOR 8200- це широкосмуговий скануючий приймач професійного рівня з широким вибором опціональних модулів який відрізняється сучасним дизайном і високими технічними характеристиками, властивими стаціонарним сканерів. Діапазон частот - від 500 кГц до 3000 МГц без пропусків. Всі види модуляції: WFM, NFM, SFM (надвузьких FM), WAM (широка AM), AM, NAM (вузька AM), USB, LSB, CW. Крок настройки - будь кратний 50 Гц, включаючи 8,33 кГц. Є додатковий 3,0 кГц SSB фільтр, AFC (автоматичне керування частотою), збільшена швидкість сканування по частотах банкам пам'яті до 37 кроків в секунду. Значно покращено керування приймачем.

Додані «стрілочні» кнопки, які дозволяють легко налаштовуватися на потрібну частоту і працювати в меню.

Збільшено розмір і можливості дисплея. Крім робочої інформації він може відображати 12-символьний коментар. Функція панорами дозволяє будувати на дисплеї спектр в діапазоні від 100 кГц до 10 МГц, працювати з маркером, запам'ятовувати максимум інформації і прослуховувати сигнал. Динамічні банки пам'яті можуть містити від 10 до 90 каналів. Загальна кількість каналів пам'яті -

1000. Крім того, є 40 банків пошуку, кожен з яких має 50 каналів пропуску частот. Приймач має широкі можливості редагування, заміни та видалення каналів пам'яті.

Основні особливості:

Пам'ять:

1000 каналів пам'яті (20 банків по 50 каналів; можливо динамічний перерозподіл кількості каналів між парними банками A / a, B / b і т.п.); 2050 каналів пропуску; 40 банків (пар прикордонних частот) пошуку; один пріоритетний канал. Банки пам'яті позначаються буквами A, B, C, D, E, F, G, H, I, J і a, b, c, d, e, f, g, h, i, j.

Канали спочатку мають номери від 00 до 49. У процесі експлуатації каналах і банкам можна привласнювати власні буквено-цифрові позначення довжиною до 12 символів. Канали можуть редагуватися, віддалятися і копіюватися. Банки можуть бути скопійовані або видалені цілком.

Пам'ять енергонезалежна (EEPROM).

Управління, ергономіка:

- Передня панель: клавіатура буквено-цифрового набору, 19 кнопок
- Верхня панель: окремі регулятори шумоподавителя і гучності
- Бічні панелі: "mon" (відключення шумодава), "lock" - блокування клавіатури, функціональна клавіша, чотири стрілки, валкодера у вигляді коліщатка (ручка настройки).
- Включення / вимикання приймача: окремою кнопкою на передній панелі.
- Клавіатура з підсвічуванням (зеленого кольору).

Дисплей:

Матричний, 4-х рядковий (по 12 символів), є 20 індикаторів. Можлива 32-ступінчаста регулювання контрастності. Підсвічування 4-ма світлодіодами (зеленого кольору).

індикація:

частота, модуляція, крок, номери банків і каналів, 14-сегменті S-метр, шкала спектроскопа, назви каналів, банків, службові повідомлення, частоти VFO і т.п.

Подвійний. Дві частоти VFO можуть бути відображені на РК-дисплеї одночасно. Обидва контури працюють незалежно і підтримують частоту, модуляцію, крок підстроювання, режим атенюатора, режим обмежувача шуму, рознос частот і т.п.

Для режиму VFO передбачені 10 своїх окремих каналів пам'яті для швидкого збереження зацікавили частот з їх подальшим розглядом.

У режимі VFO можливо сканування - тобто постійна перевірка наявності сигналу на обох частотах, що знімає необхідність ручного перемикання між ними. При такому скануванні можливе включення тих же умовних параметрів, що і при звичайному.

У режимі VFO можливий стандартний пошук - в цьому випадку він виробляється в смузі між частотами VFO. При такому пошуку можливе включення тих же умовних параметрів, що і при звичайному.

Сканування:

Можливо сканування окремих "банків пам'яті" або формування (і збереження в пам'яті, на відміну від ar8000!) Груп банків для сканування. Кількість груп - від 1 до 9. Для кожної групи запам'ятовуються параметри сканування.

Можливо сканування вибраних каналів за списком ("вибіркове сканування"), в який може бути внесено до 100 каналів з різних банків. Цей список також можна потім окремо сканувати, причому встановивши і запам'ятавши параметри сканування.

У процесі сканування окремі канали можна вносити в список пропускаються (всього 2050 каналів).

Можливо сканування парних частот VFO (докладніше див. У графі VFO).

При будь-якому з режимів сканування можливо автоматичне збереження деяких активних каналів (не плутати з автозбереження при пошуку!) В окремий банк пам'яті для виборчого сканування - до 100 каналів.

Режими сканування:

1) Сканування з затримкою (параметр Delay): приймач чекає відновлення сигналу, тривалість затримки від 0.1 до 9.9 сек (за замовчуванням 2 сек).

2) Сканування з урахуванням рівня сигналу (параметр Level): приймач зупиняється на частоті тільки в тому випадку, якщо рівень сигналу вище встановленого користувачем порогу (в межах від 1 до 255 кроків).

3) Пошук з параметром Voice: приймач зупиняється на частоті тільки в тому випадку, якщо амплітуда прийнятого аудіосигналу вище встановленого користувачем порогу (в межах від 1 до 255 кроків).

4) Пошук з параметром Free: приймач залишається на частоті заданий час (від 1 до 60) сек і відновлює пошук, навіть якщо сигнал знову з'явився.

5) Сканування каналів одного виду модуляції (параметр Mode). Можливо одночасне включення всіх або декількох зазначених параметрів.

Пошук:

Пошук проводиться між двома кордонами (нижня і верхня частоти). Кордонами можуть бути парні частоти VFO (див. В графі VFO).

Так само для пошуку можна самостійно програмувати 40 банків пошуку (пар прикордонних частот), які зберігаються в пам'яті (в банках пошуку A-T / a-t).

Також як і при скануванні, "банки пошуку" можуть формуватися в групи (яких також 9) для послідовного пошуку. Банкам пошуку можна привласнювати власні назви.

В процесі пошуку можливий запис нових знайдених частот в банки пам'яті (в т.ч. автоматична - в банк пам'яті J, розмір якого може бути від 10 до 90 каналів, за замовчуванням - 50) або в канали пропуску (допускається 50 каналів пропуску на один банк пошуку). Список каналів пропуску потім можна редагувати. Коли частота "пропускається", виключаються також будь-які частоти в межах ± 10 кГц.

Режими пошуку:

1) Пошук з затримкою (параметр Delay): приймач чекає відновлення сигналу, тривалість затримки від 0.1 до 9.9 сек (за замовчуванням 2)

2.2 Аналізатори Спектру

Аналізатор спектра - це пристрій, що дозволяє виміряти і візуалізувати спектр сигналу. Сам спектр сигналу являє собою набір синусоїдальних хвиль в певний момент часу і відображає розподіл енергії сигналу по частотах. Аналізатор спектра видає частотно-амплитудну характеристику сигналу.

Призначення

Аналізатор спектра подає сигнал в частотній формі. Таким чином, стає можливим проаналізувати сигнал з точки зору його частоти, амплітуди і рівнів.

Цей прилад є важливим інструментом при розробці, обслуговуванні і експлуатації радіоапаратури, мобільного і телекомунікаційного устаткування, а також самих різних систем зв'язку. Крім того, аналізатори спектра застосовуються для редагування і реставрування звуку.

У деяких випадках виникає необхідність спостереження за спектром сигналу. Наприклад, на державному рівні кожна радіо-служба працює на своїй частоті. Важливо, щоб цей принцип не порушувався, і змішання каналів було виключено.

Основні принципи роботи

Сигнал надходить безпосередньо на вхід аналізатора спектра. Він також може надходити через спеціальний кабель або вловлювати приймальні антеною. Далі цей сигнал обробляється, і інформація про нього виводиться на дисплей у вигляді частотного спектру.

Зазвичай використовується дисплей з каліброваного сіткою. Вертикальна шкала показує амплітуду кожного компонента, горизонтальна - смугу частот. Сучасні пристрої дозволяють зберігати спектрограму сигналу у вбудованій пам'яті.

За принципом роботи аналізатори спектра поділяють на:

Аналізатори спектру послідовного типу

Дані аналізатори спектра працюють на базі автоматично перебудовуються супергетеродинів. Це такий тип радіоприймачів, які перетворюють надходить сигнал в сигнал фіксованої проміжної частоти, в подальшому посилюючи її. Аналізатор

спектра здійснює сканування частотної смуги з подальшою оцифруванням даних. При цьому компоненти спектра виділяються і аналізуються по черзі (послідовно). Такі аналізатори є більш простими в апаратній відношенні, однак, менш ефективними. Вони підходять тільки для аналізу періодичних сигналів. До їх переваг можна віднести більш широке вимір частотного діапазону.

Аналізатори спектру паралельного типу

Дані пристрої виконують аналіз, генеруючи еквівалент сигналу і обчислюючи спектр на основі алгоритмів швидкого перетворення Фур'є. Такі аналізатори мають набір резонаторів, налаштованих на певну частоту. Аналізатори спектра паралельного типу відрізняються оперативної і ефективної роботою і здатні аналізувати імпульсні і одноразові сигнали. Їх недоліком є складність з точки зору апаратного забезпечення.

Класифікація

Аналізатори спектра розрізняються по частотних діапазонах:

- широкосмугові радіочастотні;
- оптичного діапазону;
- низькочастотні.

Також існує класифікація за характером аналізу. Вона представлена скалярними аналізаторами, які дають інформацію тільки про амплітудах гармонійних компонентів спектра, і векторними аналізаторами, які дають інформацію про фазових співвідношеннях.

Основні характеристики

Аналізатори спектра мають наступні характеристики:

- Частотний діапазон. Ця характеристика задає діапазон, в межах якого виконується аналіз спектра сигналу. Діапазон частот може мати піддіапазони.
- Рівень власних шумів. Здається поріг, нижче якого прилад не сприймає шуми і сигнали.
- Роздільна здатність. Ця характеристика являє собою мінімальний інтервал частот, при якому сусідні компоненти спектра можуть бути виділені і виміряні.

- Час аналізу. Вказує на час, протягом якого можна провести аналіз сигналу в певному частотному діапазоні.

- Похибка по частоті. Вказує на точність, з якою може бути визначений інтервал частот між компонентами спектра.

- Похибка по амплітуді. Вказує на точність, з якою визначається амплітуда в залежності від інструментарію аналізатора.

На сьогоднішній день на ринку представлені найрізноманітніші цифрові аналізатори спектра.

Більшість виробників вимірювальних приладів випускають ці пристрої, а саме, Tektronix, Anritsu, GW Instek, Agilent, Yokogawa, Keysight Technologies, Rigol Technologies і ін. Як правило, аналізатори спектра розділені на дві основні групи: портативні і стаціонарні.

Серед радіоприймальних пристроїв слід виділити аналізатори спектра, які дозволяють отримувати частотний портрет сигналу за рахунок того, що прийнятий сигнал як би послідовно проглядається спеціальним вузькосмуговим фільтром, виводячи дані на екран пристрою. Розгортка синхронізована з перебудовою фільтра, тому на зображенні з певним кроком видно складові спектра сигналу, амплітуди яких визначаються величиною сигналу на тій чи іншій частоті. Ясність і повнота картинки залежать від кроку перебудови фільтра і смуги огляду. На рис 2.6 наведено спектр амплітудно-модульованого сигналу, отриманий за допомогою аналізатора спектра AX700E при трьох різних смугах огляду.

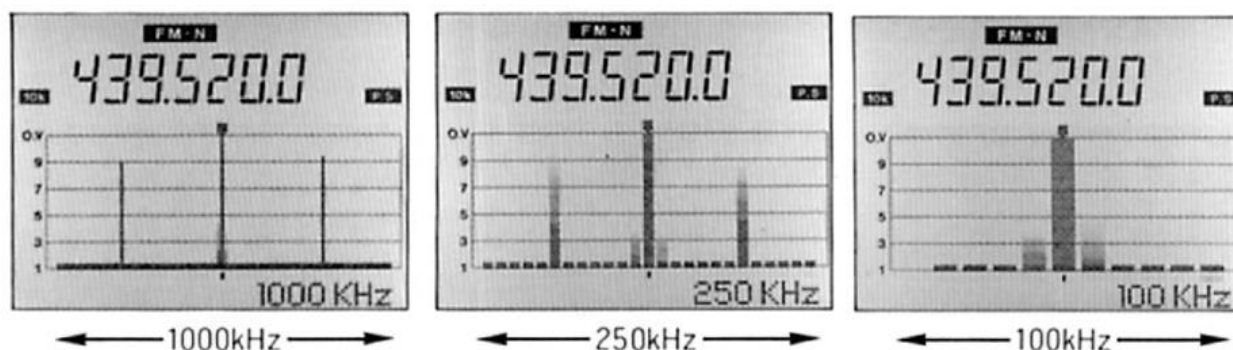


Рис. 2.6. спектр амплітудно-модульованого сигналу

Аналізатори спектру незамінні в якості апаратури контролю, особливо якщо апріорно невідомі такі параметри сигналу, як частота, вид модуляції, спосіб кодування і т. д.

Висновки до розділу 2

Розглянуто технічні характеристики автоматизованих пошукових програмно-апаратні комплексів, скануючих приймачів та спектр-аналізаторів.

Аналіз дозволяє зробити висновок ,що окремоскануючий приймач або спектр аналізатор завдання виявлення засобів негласного отримання інформації вирішити не може.

Скануючий приймач не задовольняє автоматизований програмний комплекс за швидкістю сканування радіодіапазону. Спектр аналізатор не задовольняє за точносними параметрами визначення сигналу, і виходячи з матеріалу можна Тому на сьогодні немає ідеального пристрою який може працювати окремо та виконувати завдання пошуку у автоматизованому програмному комплексі пошуку засобів негласного отримання інформації.

РОЗДІЛ 3 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СКЛАДОВИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ ПОШУКОВИХ КОМПЛЕКСІВ ЗАСОБІВ НЕГЛАСНОГО ОТРИМАННЯ ІНФОРМАЦІЇ

Як вже було зазначено раніше Аналізатори Спектру-це прилад, функціями якого є спостереження і вимір відносного розподілу енергії електричних (електромагнітних) коливань в частотній смузі.

І вони класифікуються за такими параметрами:

За діапазоном частот: за цим параметром аналізатори спектра бувають низькочастотними, радіодіпазону (широкосмуговими), а також оптичними (оптичного діапазону);

За принципом дії: по ньому виділяють аналізатори спектра послідовного типу (скануючі) і паралельного типу (багатоканальні);

спосіб обробки інформації і представлення результатів: за цим параметром розрізняють аналогові та цифрові аналізатори спектра;

Та за характером аналізу: виділяє скалярні АС (вони дають інформацію лише про амплітудах гармонійних складових спектру) і векторні АС (додатково дають інформацію і про фазових співвідношеннях).

Перед тим, як докладніше характеризувати окремо деякі з позицій вищенаведеної класифікації, розглянемо основні властивості аналізу в цілому.

3.1.1 Tektronix RSA5000B

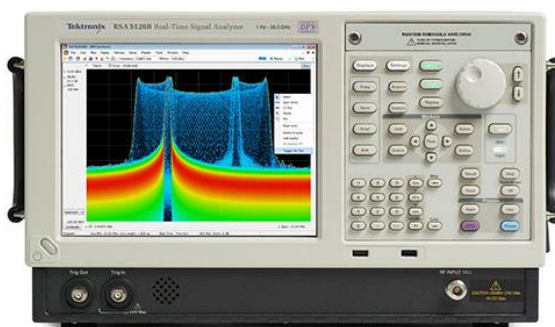


Рис. 3.1. Tektronix RSA5000B

Серія лабораторних аналізаторів спектру та сигналів реального часу Tektronix RSA5000B (також вона називається RSA5100B) відноситься до професійної лінійці, здатної виконувати складні завдання виявлення і аналізу нестационарних та імпульсних радіосигналів, а також телекомунікаційних сигналів LTE, WLAN, Bluetooth, P25 і ін. При установці відповідних опцій, прилади серії RSA5000B можуть здійснювати захоплення і аналіз до 3 125 000 спектрограм в секунду, що забезпечує стовідсоткову ймовірність виявлення навіть найкоротших подій і перехідних процесів тривалістю до 0,43 мкс. Така висока швидкість захоплення спектрограм в поєднанні з смугою аналізу реального часу до 160 МГц, забезпечує приголомшливі можливості візуалізації складних радіосигналів.

В аналізаторах Tektronix RSA5000B чудові можливості обробки сигналів поєднуються з якісним вимірювальним радіотракт, який забезпечує максимальний рівень вимірюваного сигналу +30 дБм, рівень власних шумів до -167 дБм / Гц, фазовий шум на рівні -113 дБн / Гц (на 1 ГГц при відбудові 10 кГц) і TOI +17 дБм на 2 ГГц.

Області застосування:

- пошук джерел електромагнітних полів, в тому числі нестационарних і ультракоротких (до 0,43 мкс)
- розробка і аналіз роботи складних систем зв'язку, в тому числі з перескоками частоти
- розробка і аналіз роботи засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ)
- розробка і настройка радарів, дослідження радарних імпульсів
- базовий аналіз спектра як з радіоефіру, так і при безпосередньому підключенні до джерела
- проведення попередніх випробувань обладнання на електромагнітну сумісність (ЕМС)
- наукові дослідження
- навчання у ВНЗ

Основні характеристики:

- Частота: 1 Гц - 3 ГГц (модель RSA5103B).

- Частота: 1 Гц - 6,2 ГГц (модель RSA5106B).
- Частота: 1 Гц - 15 ГГц (модель RSA5115B).
- Частота: 1 Гц - 26,5 ГГц (модель RSA5126B).
- Смуга захоплення реального часу: 25 МГц (стандартно), опції: 40, 85, 125 або 165 МГц.
- Спектрограм в секунду: до 390 000 (стандартно), до 3 125 000 (опція).
- Мінімальна тривалість події, що виявляється з імовірністю 100%: до 0,43 мкс.
- Амплітуда: від +30 дБм до -167 дБм. Шуми: -167 дБм (з підсилювачем на 2 ГГц).
- 20 стандартних вимірювань для аналізу спектра і імпульсних сигналів.
- Робота зі спектром в реальному часі для пошуку перехідних процесів і перешкод.
- Всеохоплюючий аналіз спектра з допомогою безкоштовної програми Tektronix SignalVu-PC.
- Додаткові опції: аналіз модуляції (AM, FM, PM, OFDM і ін.), аналіз бездротових протоколів (LTE, WLAN, Bluetooth, P25 і ін.), імпульсні вимірювання, вимір часу встановлення частоти і фази сигналу, вимір фазового шуму і коефіцієнта шуму, проведення попередніх випробувань EMC і ін.
- Екран 26,4 см (роздільна здатність 1024 x 768). Інтерфейси: USB, IEEE-488,2 (GPIB), Ethernet, VGA.
- Маса: 29 кг. Габарити: 282 x 473 x 531 мм. Робоча температура: від + 5 ° C до + 40 ° C.
- Аналіз складних імпульсних, нестационарних і прихованих сигналів.

Прилади серії Tektronix RSA5000B об'єднують в собі кращі сторони класичних скануючих (або як їх ще називають "свіпіруючих") аналізаторів спектра, аналізаторів сигналів з широкосмугового модуляцією і швидкісних аналізаторів спектра в реальному часі.

З характеристик, властивих класичним аналізатора спектра, варто відзначити: власний шум з включеним предусилителем до -167 дБм / Гц, фазовий шум на рівні -113 дБн / Гц (на 1 ГГц при відбудові 10 кГц) і точка перетину по інтермодуляційних складових 3-го порядку (TOI) $+17$ дБм на 2 ГГц. При цьому преселектор аналізаторів RSA5000B постійно включений, навіть при ширині аналізу 165 МГц, що завжди забезпечує максимальний динамічний діапазон по амплітуді і відсутність дзеркальних складових інших сигналів в аналізованій смузі частот.

Аналізатори Tektronix RSA5000B підтримують повний набір класичних вимірювань параметрів радіосигналів, серед яких: потужність в каналі, ширина займаної смуги частот (OBW), коефіцієнт витоку потужності в сусідній канал (ACLR), комплементарная інтегральна функція розподілу (CCDF), вимірювання параметрів модульованих сигналів АМ / ЧС / ІМ, вимір паразитних складових і ін.

З характеристик, властивих аналізатора реального часу, варто відзначити потужні можливості виявлення і аналізу імпульсних сигналів, перехідних процесів і різних перешкод. Прилади серії RSA5000B можуть аналізувати до $3\ 125\ 000$ вибірок спектра в секунду, що гарантує стовідсоткову ймовірність виявлення навіть короточасних подій, тривалістю до $0,43$ мкс. Така швидкість забезпечується запатентованою технологією обробки радіосигналів, яка називається Tektronix DPX.

На мал. показана одна з унікальних можливостей функції DPX, а саме, здатність починати захоплення і аналіз радіосигналів при досягненні заданої щільності енергії в обраній зоні спектра. У цьому прикладі ми бачимо три окремих радіосигналу різної потужності і частоти виникнення. Перший сигнал знаходиться в центрі екрану, він потужний і має високу частоту появи. Другий сигнал (лівіше) має таку ж потужність і форму, але з'являється значно рідше, таким чином, ми спостерігаємо перескок частоти центрального сигналу. Третій (прихований) сигнал знаходиться по центру екрана, має значно меншу амплітуду, в порівнянні з основним сигналом, відрізняється від нього за формою і в реальності повністю непомітний для звичайного скануючого аналізатора спектра.

Але завдяки функції DPX аналізаторів Tektronix RSA5000B і можливості запускатися по щільності енергії в обраній зоні спектра, ми виділяємо цікавить нас зону (прямокутник в центрі), задаємо поріг спрацьовування (в даному випадку 7,275% від всієї потужності) і включаємо тригер «Trigger On This». Як тільки потужність у зазначеній зоні перевищить поріг 7,275%, почнеться захоплення, відображення і аналіз цього прихованого сигналу. В результаті аналізу можна з'ясувати його тип: перешкода чи навмисно замаскований сигнал.

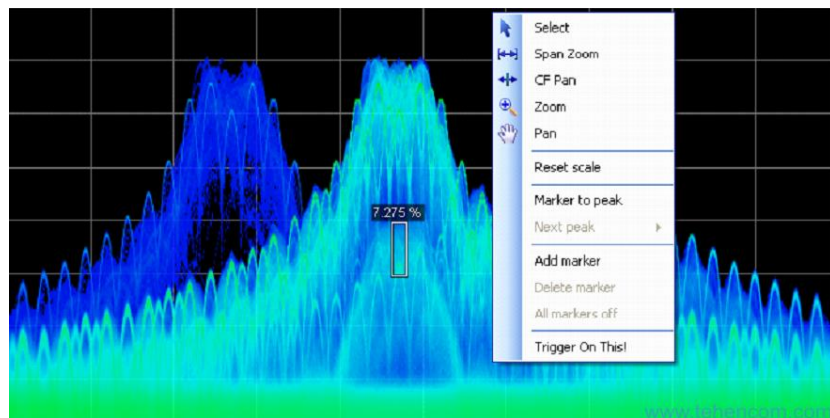


Рис. 3.2. Виявлення замаскованого сигналу за допомогою запуску функції DPX по щільності енергії в обраній зоні спектра

На мал.3.3 показаний сигнал WiFi 802.11g з смугою модуляції 20 МГц (близько 50-ти блакитних піків, виділених синім прямокутником). Одночасно з сигналом WiFi присутній сигнал Bluetooth (7 великих синіх піків). Так як обидва сигналу мають нестаціонарну (пакетну) структуру, їх дуже важко розрізнити за допомогою звичайного скануючого аналізатора спектра, який покаже тільки огибающую максимум потужності (жовтий графік на цьому скріншоті). Але, оскільки, RSA5000B є аналізатором спектра реального часу, ви можете побачити і виміряти всі деталі, що швидко змінюються, нестаціонарних сигналів.

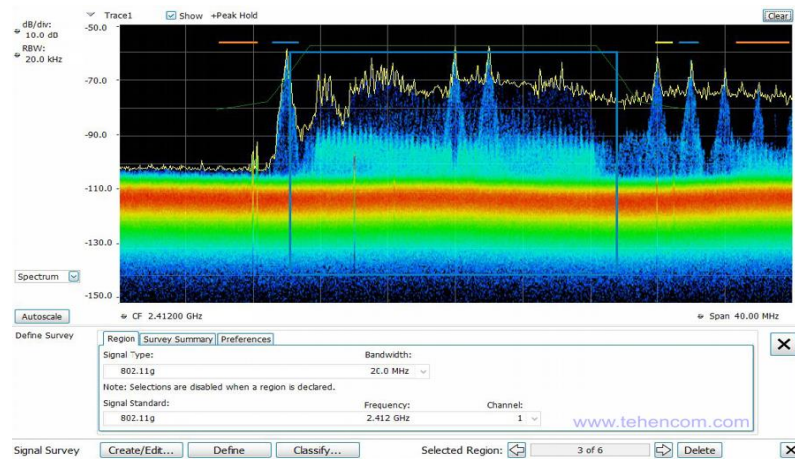


Рис. 3.3. Приклад накладення сигналу Bluetooth на сигнал WiFi

Серія аналізаторів Tektronix RSA5000B ідеально підходить для дослідження радіочастотних сигналів з мінливими параметрами, в тому числі з перескоками частоти. Для прикладу, на малюнку нижче показані чотири графіки одного і того ж сигналу 1,5 ГГц, але в різних областях аналізу. Частота цього сигналу змінюється (перебудовується) близько 2000 разів в секунду.

На правому-верхньому графіку (Spectrum) ми бачимо класичний спектр цього сигналу, маркер M1 встановлений на його піку, центральна частота становить 1,5 ГГц, а амплітуда -20,8 дБм. На правому-нижньому графіку (Time Overview) показано зміна амплітуди цього сигналу в часі, в даному випадку амплітуда сигналу практично постійна. На лівому-верхньому графіку (Frequency vs Time) показано зміна частоти сигналу в часі, добре видно стрибкоподібна перебудова частоти на кілька мегагерц, яка відбувається кілька разів за мілісекунду. На лівому-нижньому графіку (Spectrogram) показано зміна амплітуд всіх сигналів в смузі огляду 40 МГц навколо центральної частоти 1,5 ГГц, добре видно як перебудовується частота сигналу і наявність частотного артефакту (бліда вертикальна лінія праворуч від основного сигналу).

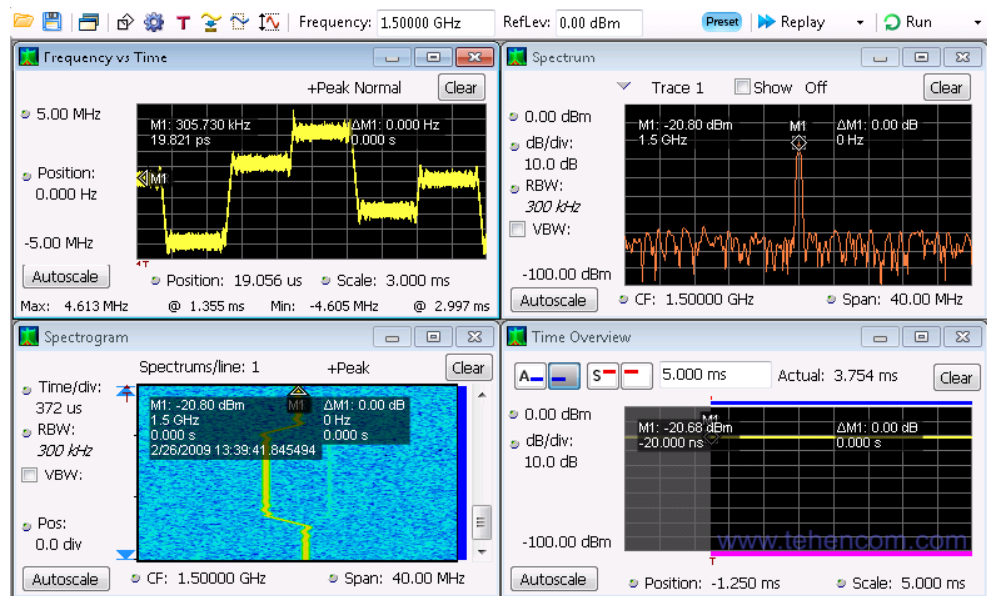


Рис. 3.4. Всебічний аналіз сигналу з перескоками частоти

На мал.3.5 показаний ще один приклад сигналу з частотою, що змінюється. Центральна частота аналізу становить 2,4466 ГГц, а смуга огляду 10 МГц. Частотність присутності сигналів представлена кольором: часто з'являються сигнали відображаються відтінками червоного, а рідко з'являються відтінками синього. На фотографії видно, як частота основного сигналу (червоний пік ліворуч) періодично стає на 3 МГц більше (синій пік праворуч). Крім того, на фотографії чітко видно всі проміжні частоти і амплітуди, які з'являються у сигналі в процесі перебудови.

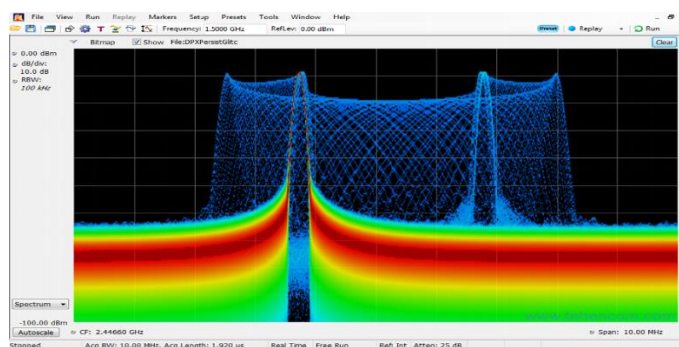


Рис. 3.5. Приклад аналізу сигналу з періодичним збільшенням частоти на 3 МГц

Завдяки високій точності і швидкості вимірювання, аналізатори Tektronix RSA5000B добре підходять для проведення випробувань різного устаткування на відповідність стандартам щодо електромагнітної сумісності. Всі необхідні для

цього настройки і види вимірювань включені до складу опції 32. Ця опція містить заздалегідь встановлені пороги допустимих рівнів випромінювання відповідно до діючих стандартів, такими як: EN55011, EN55012, EN55014, EN55015, EN55025, EN55032, та ін.

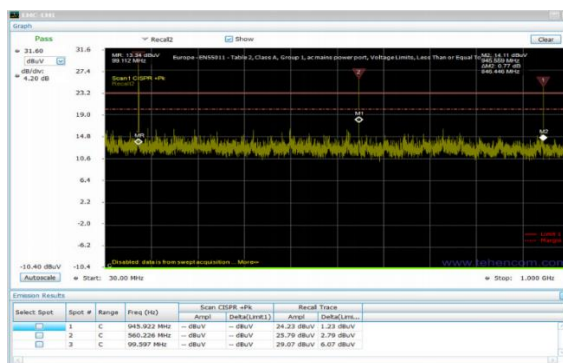


Рис. 3.6. Приклад вимірювання рівня випромінювань при перевірці на відповідність стандарту EMC EN55011

Аналізатори спектру і сигналів реального часу Tektronix RSA5000B (RSA5100B) виконані в класичному лабораторному корпусі з габаритами 282 x 473 x 531 мм і масою 29 кг. Аналізатори оснащуються якісним кольоровим екраном з діагоналлю 26,4 см і роздільною здатністю 1024 на 768 точок. На задній панелі розташовуються всі необхідні комунікаційні інтерфейси: USB, IEEE-488,2 (GPIB), Ethernet і VGA для підключення додаткового монітора. Також на передній панелі є два роз'єми USB для підключення флешок або зовнішніх SSD дисків. Аналізатори призначені для роботи в діапазоні температур від + 5 ° C до + 40 ° C.

3.1.2 Anritsu MS2090A Field Master Pro

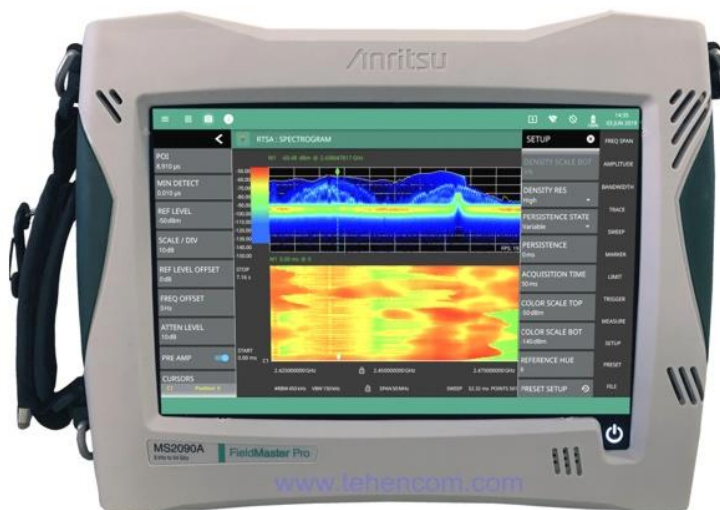


Рис. 3.7. Anritsu MS2090A Field Master Pro

Серія аналізаторів спектра Anritsu MS2090A Field Master Pro анонсована в лютому 2019 року. Вона складається з семи моделей високоякісних портативних приладів, які відрізняються верхнім частотним діапазоном (від 9 ГГц до 54 ГГц). Аналізатори цієї серії мають чудову точність, малими власними шумами і спотвореннями, а також високою швидкістю обробки сигналів.

При встановленні відповідної опції, кожна модель серії MS2090A може містити аналізатор спектру реального часу з смугою аналізу від 20 МГц до 100 МГц. Також, при наявності відповідної опції, аналізатори серії MS2090A можуть виконувати демодуляцію і аналіз новітніх стандартів бездротового зв'язку 4G і 5G з шириною каналу до 100 МГц.

Основні характеристики:

- Частота: 9 кГц - 9 ГГц (модель MS2090A-0709).
- Частота: 9 кГц - 14 ГГц (модель MS2090A-0714).
- Частота: 9 кГц - 20 ГГц (модель MS2090A-0720).
- Частота: 9 кГц - 26,5 ГГц (модель MS2090A-0726).
- Частота: 9 кГц - 32 ГГц (модель MS2090A-0732).
- Частота: 9 кГц - 43,5 ГГц (модель MS2090A-0743).

- Частота: 9 кГц - 54 ГГц (модель MS2090A-0754).
- Дозвіл (RBW): 1 Гц - 10 МГц. Смуга аналізу сигналів: 100 МГц (опція).
- Амплітуда: +30 дБм до -164 дБм. Шуми: -164 дБм.
- Точність вимірювання амплітуди до 14 ГГц: $\pm 0,5$ дБ (типове значення).
- Вбудований передпідсилювач у всьому діапазоні частот (для всіх моделей).
- Смуга аналізу реального часу: 20 МГц (опція 0199), 50 МГц (опція 0199 + опція 0103), 100 МГц (опція 0199 + опція 0104).
- Стандартні виміру: потужність в каналі, ширина займаної смуги частот, коефіцієнт потужності в сусідньому каналі (ACPR), вимір по масці сигналу, RSSI, частотно-тимчасова діаграма, режим пеленгатора і ін.
- Демодуляція і аналіз якості бездротових стандартів зв'язку: 5G і LTE.
- Ударостійкий сенсорний екран 25,7 см (роздільна здатність 1280 x 800).
- Час роботи від вбудованого акумулятора: 2 години. Інтерфейси: USB3, Ethernet 1G.
- Маса: до 5,4 кг. Габарити: 314 x 235 x 95 мм. Робоча температура: від -10 °C до + 55 °C.

Крім того, компанія Anritsu випускає серію портативних аналізаторів спектра: MS2720T (до 43 ГГц). Ця серія не може проводити аналіз спектра в реальному часі і виконує демодуляцію і аналіз сигналів бездротового зв'язку з шириною каналу до 20 МГц, зате підтримує всі основні стандарти 2G, 3G і 3G +: GSM / GPRS / EDGE, W-CDMA / HSPA +, LTE / LTE-A FDD / TDD, CDMA / EV-DO, WiMAX Fixed / Mobile, TD-SCDMA і ін.

Портативні аналізатори спектра серії Anritsu MS2090A Field Master Pro мають три основні режими роботи: класичний скануючий аналізатор спектру (Spectrum Analyzer), аналізатор спектру в реальному часі (RTSA Analyzer) і аналізатор сигналів бездротових мереж 5G (5GNR Analyzer). Вибір режиму роботи здійснюється в головному меню аналізатора. Кожен режим підтримує власні види вимірювань і відповідну структуру меню. Нижче на цій сторінці показані основні можливості цих режимів.

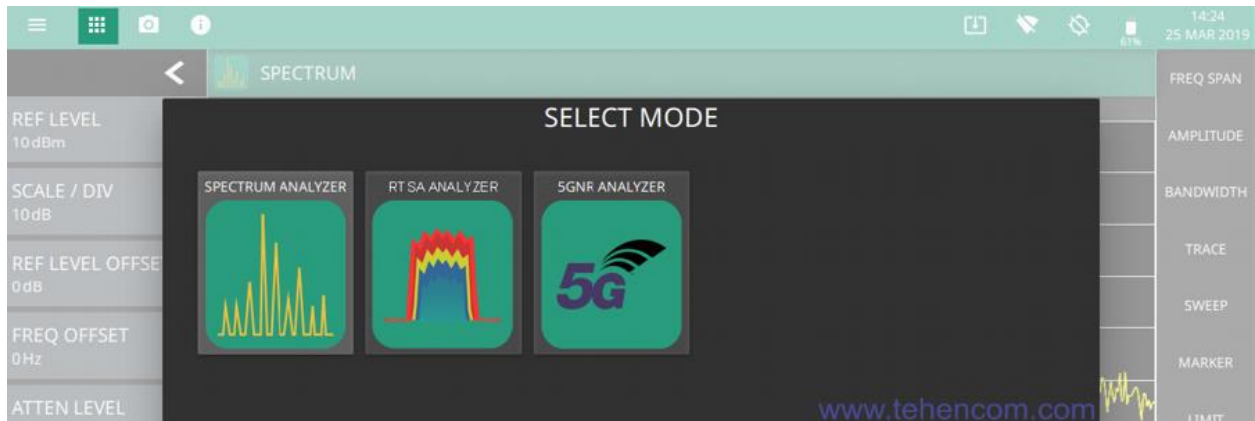


Рис. 3.8. Три основні режими роботи аналізатора спектра серії Anritsu MS2090A Field Master Pro

Якщо в аналізаторі Anritsu MS2090A встановлена одна або кілька опцій: MS2090A-0199, MS2090A-0103 або MS2090A-0104, то в приладі активується можливість аналізу спектру в реальному часі. Опція MS2090A-0199 дає можливість аналізу в смузі 20 МГц, опція MS2090A-0103 разом з опцією MS2090A-0199 в смузі 50 МГц, а опція MS2090A-0104 разом з опцією MS2090A-0199 в смузі 100 МГц.

В цьому режимі аналізатор спектру Anritsu MS2090A ідеально підходить для виявлення і аналізу структури коротких сигналів (навіть тривалістю до 2 мкс), а також пошуку джерел нестаціонарних перешкод і замаскованих сигналів (завдання ТЗІ - технічного захисту інформації).

Як приклад, на малюнку 3.9 показаний скріншот екрану приладу MS2090A, аналізує спектр в діапазоні частот від 2,4 ГГц до 2,5 ГГц. На скріншоті добре видно структуру скануючого сигналу Bluetooth, переданого зі смартфона в режимі пошуку інших пристроїв Bluetooth. У цьому ж частотному діапазоні передається сигнал Wi-Fi, в центрі якого присутній стаціонарна перешкода (невеликий зелений пік з червоною крапкою в центрі).



Рис. 3.9. Аналіз спектру в реальному часі за допомогою аналізатора Anritsu MS2090A

На великому екрані аналізаторів Anritsu MS2090A Field Master Pro можна одночасно переглядати до шести спектральних ліній (трас), кожна з яких може використовувати свій тип детектора і свій режим накопичення або усереднення.

На мал., який показаний нижче, зображений один радіочастотний сигнал при смузі аналізу 50 МГц, але вимірюваний трьома різними способами. Перша траса (жовтий колір) використовує піковий детектор і режим накопичення максимуму. Друга траса (зелений колір) використовує усереднюючий детектор і режим усереднення по десяти вимірах. Третя траса (синій колір) використовує піковий детектор і режим накопичення мінімуму. Таким чином, легко можна побачити межі зміни амплітуди сигналу.

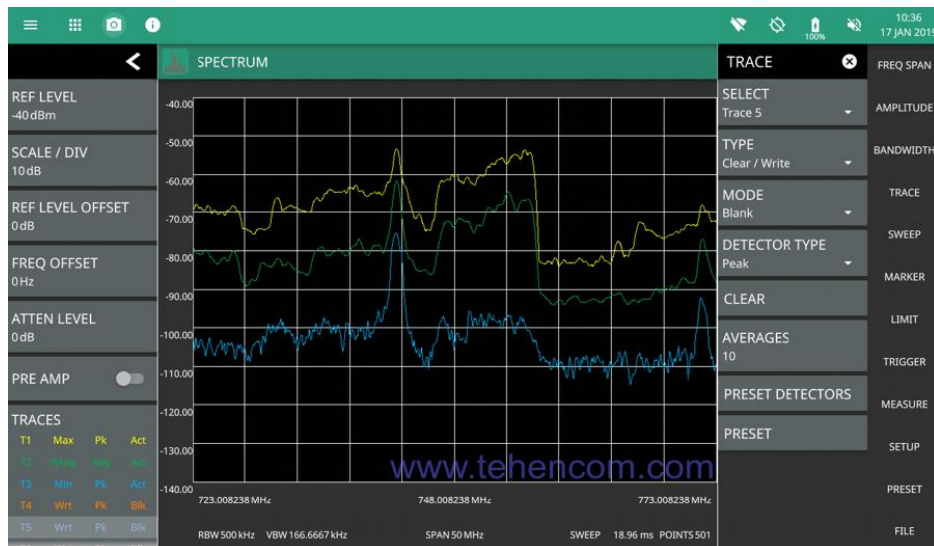


Рис. 3.10. Три способи вимірювання одного і того ж сигналу (максимум, середнє і мінімум)

Для вимірювання спектральних характеристик радіосигналів можна активувати до 12-ти маркерів і таблицю значень, що містить детальну інформацію про кожного маркера. Маркери бувають чотирьох типів: звичайний, дельта-маркер, шум-маркер і маркер-частотомір. Також в розпорядженні користувача є засоби автоматизації роботи з маркерами: пошук максимуму, мінімуму, розстановка маркерів на гармоніки і ін.

На рис.3.11 показана ділянка спектра в діапазоні від 0 Гц до 1 ГГц. На піках знайдених радіосигналів розташовані п'ять маркерів: чотири звичайних і один дельта-маркер. Точні значення частот і потужностей кожного маркера наведені в таблиці в нижній частині екрана приладу.

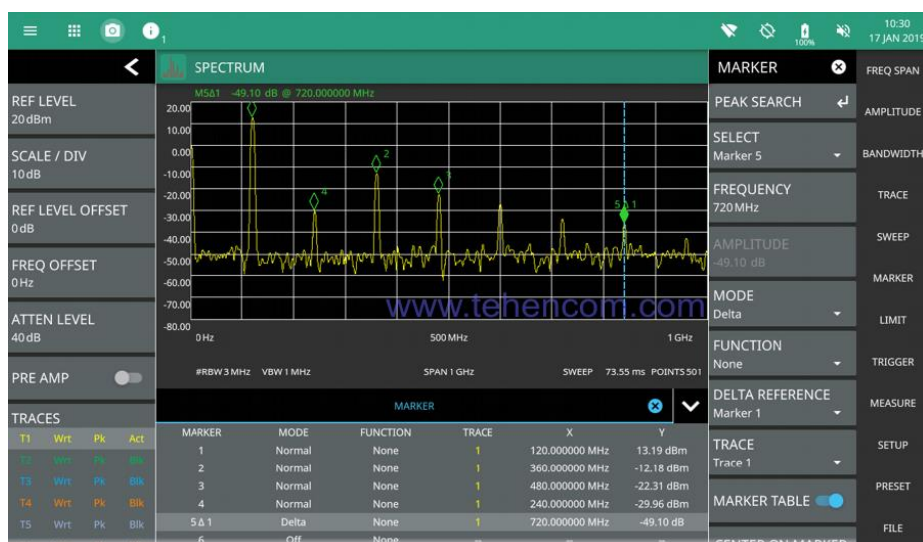


Рис. 3.11. Три способи вимірювання одного і того ж сигналу (максимум, середнє і мінімум)

Всі аналізатори спектру та сигналів серії Anritsu MS2090A Field Master Pro в стандартній конфігурації підтримують відображення безперервної послідовності спектрів у вигляді спектрограми. Цей режим, який також називають частотно-часовою діаграмою, дуже корисний при пошуку непостійних джерел сигналів або перешкод, а також для відстеження дрейфу амплітуди і частоти радіоджерел.

На мал.3.12 аналізатора Anritsu MS2090A показаний ділянку спектра шириною 122 МГц. У нижній частині екрана розташовується спектрограма, що містить 130 послідовних вимірювань спектра цієї ділянки. Загальна тривалість вимірювання 130-ти спектрів в даному випадку становить 4,54 секунди.

На спектрограмі встановлені два маркера: C1 (на 41 ом спектрі) і C2 (на 88 спектрі). Два спектра, які відповідають цим маркерами, показані у верхній частині екрану (жовтий для C1 і зелений для C2).

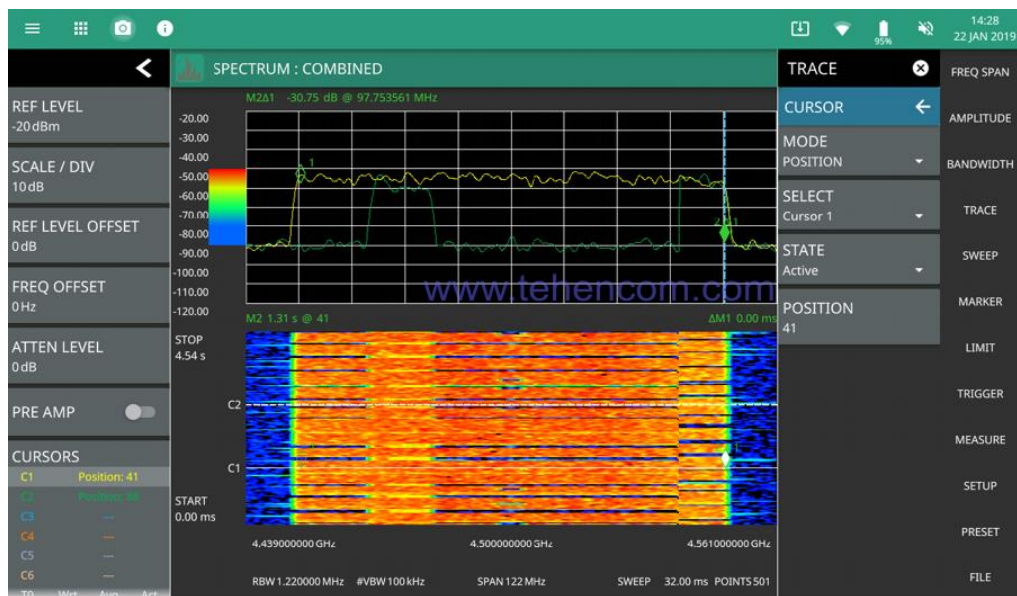


Рис. 3.12. Режим частотно-часової діаграми входить в стандартну комплектацію MS2090A

Якщо в аналізаторі Anritsu MS2090A встановлена опція MS2090A-0888, то в ньому активується можливість демодуляції і аналізу структури сигналів бездротових мереж п'ятого покоління (5G). В цьому режимі аналізатор спектру Anritsu MS2090A може вимірювати всі ключові параметри радіосигналів бездротової мережі, що дозволяє оптимізувати її структуру, а також швидко виявляти й усувати проблеми, що виникають під час її експлуатації.

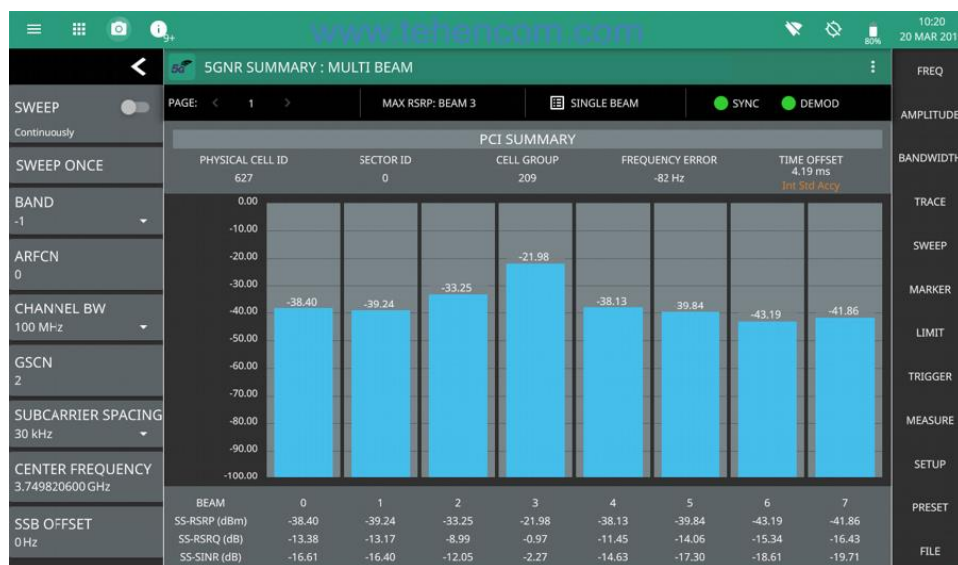


Рис. 3.13. Аналізатор Anritsu MS2090A може одночасно вимірювати параметри до 64 радіопромінів 5G

Однією з особливостей мереж 5G є використання багатосекторних антен і технології динамічної оптимізації зон покриття (Beamforming). Аналізатори серії Anritsu MS2090A можуть одночасно вимірювати ключові параметри до 64 радіопроменів, що більш ніж достатньо для вирішення будь-яких практичних завдань. На цьому скріншоті показаний екран приладу MS2090A, на якому представлені параметри SS-RSRP, SS-RSRQ і SS-SINR восьми окремих променів сектора з номером 627.

3.2 Скануючі Приймачі

Радіоприймальні пристрої є більш складними та надійними засобами виявлення радіозакладок ніж індикатори поля та частотоміри. Але вони повинні задовольняти таким умовам: – мати можливість настройки на частоту роботи радіомікрофонів; – мати можливість виділяти потрібний сигнал за характерними ознаками на фоні завад; – мати можливість де модулювати різні види сигналів. Для вирішення першої задачі треба пам'ятати, що радіомікрофони працюють в діапазоні від 20 до 1500 МГц. Отже, приймач повинен перекривати весь цей частотний діапазон. Для вирішення другої задачі приймач повинен мати смугу пропускання, яка приблизно дорівнює ширині спектру сигналу та мати добру вибірковість сигналу. Для вирішення третьої задачі треба пам'ятати, що радіозакладки можуть мати амплітудну модуляцію (AM), вузько смугову (NFM) та широкосмугову (WFM) частотну модуляцію, амплітудну модуляцію з однією смугою (SSB) з режимом прийому верхньої (USB) та нижньої бокової смуги (LSB) а також модуляцію для передачі телеграфних сигналів (CW). Наприклад скануючий приймач AR-5000.

3.2.1 AOR AR-5000

Стационарний скануючий приймач японської фірми AOR Ltd. AR-5000 одержав високу оцінку фахівців завдяки ряду унікальних характеристик: широкій смузі робочих частот, високої швидкості сканування (CyberScan), набору смуг пропускання, які перемикаються, як по 2-й так і по 3-й ПЧ, а також по звуковій частоті, автоматичної конфігурації вхідних перед селекторних кіл, включаючи функцію підключення попереднього підсилювача й атенюатора. У середині 2003 року випущена нова модифікація приймача AOR AR5000A, основні відмінності - розширений діапазон 0.01-3000 МГц, збільшений обсяг пам'яті, поліпшена робота з магнітофоном.



Рис. 3.14. AR-5000

Приймач AOR AR5000 може працювати під управлінням програмного забезпечення для радіомоніторингу (радіоконтролю) "RadioInspectorRT-Light", що дозволяє створювати автоматизовані програмно-апаратні комплекси різного призначення: цілодобовий довготривалий радіомоніторинг і радіоконтроль (в тому числі збір та збереження даних про стан радіочастотного спектру), настройка радіоелектронної апаратури, пошук незаконно діючих радіопередавачів, виявлення спеціальних технічних засобів для негласного отримання інформації, ведення бази даних частотних присвоєнь, виявлення джерел радіозавад.

Приймач AOR AR5000 також може працювати під управлінням програмного забезпечення для радіомоніторингу (радіоконтролю) "RadioInspectorRC". Для цього необхідно встановити опцію "RC-Scanner" (для отримання спектра сигналів за допомогою приймача замість аналізатора спектра. Наприклад, якщо програма купувалася для аналізатора спектра, але також є необхідність керувати зв'язковим приймачем. Якщо ж засобом вимірювання є лише зв'язковий приймач, то доцільніше звернути увагу на програму "RadioInspectorRT-Light") або опцію "RC-SoundScanner" для отримання демодульованого аудіосигналу без зупинки основного засобу вимірювання (аналізатора спектра).

Під управлінням "RadioInspectorRT" (спеціальна версія "RadioInspectorRC"), що входить в лінійку програм серії "RadioInspector", працюють не мають вітчизняних і зарубіжних аналогів комплекси радіомоніторингу (радіоконтролю) і цифрового аналізу сигналів "Кассандра", "Кассандра-М" і "Кассандра СО".

На програмі для радіомоніторингу (радіоконтролю) і автоматизації процесу вимірювань серії "РадіоІнспектор" був отриманий метрологічний атестат, що підтверджує відсутність додаткової складової похибки, що вноситься програмним забезпеченням.

Стационарний зв'язковий (скануючий) приймач AOR AR5000 отримав високу оцінку фахівців завдяки ряду характеристик: широкій смузі робочих частот, високій швидкості сканування (функція Cyber Scan), набору перемикаються смуг пропускання приймача як по 2-й і 3-й ПЧ, так і по звуковій частоті, можливості автоматичної конфігурації вхідних преселекторних ланцюгів, включаючи функцію підключення підсилювача і атенюатора.

Основні особливості:

- Великий рідкокристалічний дисплей з підсвічуванням.
- Мінімальне значення дискретності зміни частоти настройки - 1 Гц.
- Режими Cyber Scan і Cyber Search, що забезпечують високу швидкість сканування і пошуку.
- Програмована функція автоматичного вибору антени.

- Функція зсуву частоти настройки, яка може виявитися корисною при контролюванні радіозв'язку, що здійснюється в дуплексному режимі.
- Функція зсуву кроку перебудови для роботи в смугах частот з нестандартним планом розподілу частотних каналів.
- Вихід ПЧ (10,7 МГц).
- Кварцовий генератор з температурною компенсацією, а також вхід для підключення зовнішнього джерела опорної частоти 10 МГц.
- Дві ручки настройки (для основної ручки настройки передбачено регулювання зусилля обертання).
- Таймери відключення і включення приймача.
- Стрілочний індикатор, що забезпечує простоту зчитування значень рівня сигналу.
- Можливість управління приймачем з комп'ютера через інтерфейс RS232.

3.2.2 IC-PCR1000



Рис. 3.15. IC-PCR1000

Нова розробка фірми ICOM комп'ютерного приймача с відмінними технічними характеристиками. Просте і в той же час досить багатofункціональне

програмне забезпечення, яким комплектується приймач, дозволяє з успіхом застосовувати його в області як професійної, так і аматорського радіозв'язку. Підключення приймача до комп'ютера здійснюється через стандартний послідовний порт. Виконаний у вигляді окремого блоку і працює під управлінням ПЕОМ через вбудований комп'ютерний інтерфейс RS232C. Сканер має шумопонижувач, функції автоматичного підстроювання частоти і зупинки сканування при виявленні модульованого сигналу. У комплект входить спеціальне програмне забезпечення для операційної системи Windows. Панель управління виводиться на екран монітора.

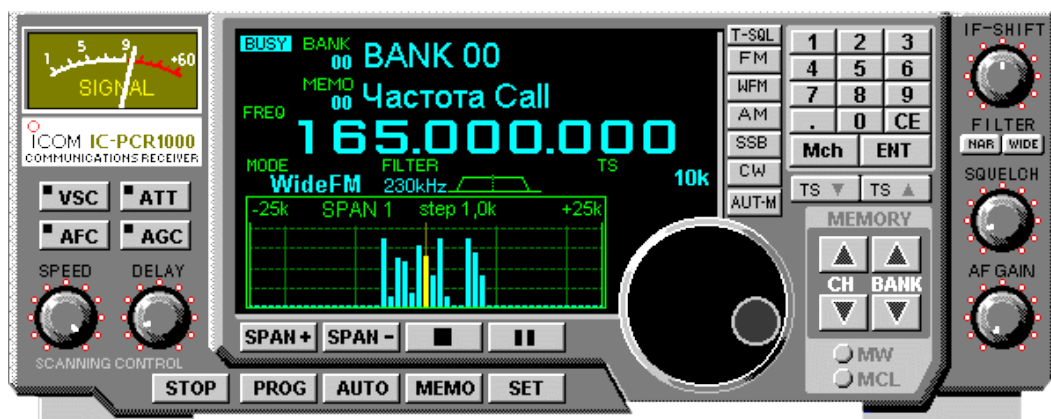


Рис. 3.16. Панель управління

Інтерфейс програми виконаний у вигляді декількох незалежних вікон управління основи режиму, які можна розміщувати у будь-якому місці екрану. Кілька варіантів вікна, з відображенням передній панелі, дозволяє здійснювати управління, повністю імітує традиційне управління приймачем з клавіатури.

Шість типів сканування: по заданих діапазонах з автоматичним записом виявлених сигналів в пам'ять каналів і за певними банкам каналів зі швидкістю до 50 каналів в секунду, режим пріоритетного сканування. Можливість пропуску при скануванні сигналів з несучою, немодулированою мовною інформацією (функція Voice Scan Control)

Практично необмежена пам'ять каналів; логічне поділ на банки зберігання, банки в які автоматично записуються виявлені в процесі сканування діапазонів

частоти сигналів, і банки каналів, які виключаються з процесу сканування. Редагування, видалення, копіювання і організація пошуку каналів.

Схема зсуву проміжної частоти в межах +/- 1.2 кГц дозволила 'розділяти' і здійснювати більш якісний прийом сигналів з близькими частотами при SSB модуляції. Додаткові смугові фільтри на частотах понад 50 МГц підвищують чутливість і придушення дзеркальних перешкод. Цифровий контур АПЧ дозволяє усунути догляд частоти в режимі FM при смугах пропускання 6 і 15 кГц і збільшити стабільність прийому на частотах понад 1000 МГц. Прийом AM, FM і CW сигналів при декількох смугах пропускання: AM (2.8 / 6/15/50 кГц), FM (6/15/50/230 кГц) і CW (2.8 / 6 кГц).

Функція 'Band Scope' дозволяє здійснювати контроль відносного рівня сигналу на частоті прийому а також сигналів на сусідніх каналах в максимальній смузі 200 кГц в реальному часі. При переміщенні курсора на будь-яку точку панорами рівнів, приймач перебудовується на відповідну частоту.

Декодування сигналів DTMF і CTCSS в процесі прийому в реальному часі, можливість програмування певних операцій (наприклад запуску іншої програми) при прийомі заданій послідовності DTMF кодів.

Його основні технічні характеристики:

- робочий діапазон частот - 0,01 - 1300 МГц;
- види модуляції сигналів - USB, LSB, CW, AM, FM і WFM;
- кількість каналів пам'яті - практично необмежену;
- мінімальне дозвіл по частоті - 1 Гц;
- режим перебудови параметрів прийому при виборі частот - автоматичний;
- розміри блоку - 127 × 30 × 199 мм;
- вага - 1 кг.

3.2.3 AR2300



Рис. 3.17. AR2300

Професійний приймач AOR включає в себе всі досягнення в області радіочастотних технологій і дозволяє проводити різні виміри, радіомоніторинг, пошук приховано-встановлених радіопередавачів (жучків), вивчення електромагнітної обстановки, аналіз спектра радіосигналів і т.д. AR 2300 реалізований як «чорний ящик», що працює під управлінням комп'ютера через USB або RS232.

AOR AR 2300 - компактний широкосмуговий керований з ПК скануючий приймач (black box receiver), що працює в діапазоні від 40kHz ДО 3150MHz і призначений для професійного застосування.

Основна версія приймача не має традиційної передньої панелі, зв'язок з ПК здійснюється за допомогою кабелю (присутні обидва порту - RS 232 або USB) - відповідні роз'єми виведені на задню панель.

Приймач AR 2300 має ряд переваг:

- висока чутливість і широкий динамічний діапазон;
- управління за допомогою ПК надає широкі можливості і має більшу функціональною гнучкістю;

- наявність ПК надає можливість обробки прийнятих радіосигналів за допомогою спеціального програмного забезпечення;
 - в комплект входить програмне забезпечення під Windows і повний перелік команд управління.
 - малі габарити (200 W * 31 H * 230 D мм) і вага (1,3 кг).
 - При смузі частоти: 25 МГц - 225МГц
(Режим NFM -0,35 ,AM-0,6 ,WFM-2,0)
 - При: 225 МГц - 1,7 ГГц
(Режим NFM-0,35 AM-0,6 WFM-2,0)
 - При: 1,7 ГГц - 2,7 ГГц
(Режим NFM-0,6)
 - При 2,7 ГГц - 3 ГГц NFM 1,5
(Режим NFM-1,5)
- * NFM, WFM - 12 dB SINAD; AM - 10 dB S / N
- потрібне перетворення частоти: 255,3МГц (744,3) / 10,7МГц / 455кГц
 - вибір кроку перебудови: від 100 Гц до 100 кГц через 10 Гц
 - вибірковість по побічному каналу: не гірше 60 дБ
 - вибірковість по сусідньому каналу: не гірше 55 дБ
 - динамічний діапазон: не гірше 90 дБ
 - стабільність частоти: $\pm 10^{-6}$ в діапазоні температур 0-50 ° С
 - вихід аудіо: 1,2 Вт (на навантаженні 8 Ом, при спотвореннях 10%)
 - джерело живлення: 12-16 В; 0,5 А
 - імпеданс антени: 50 Ом.

Висновки до розділу 3

Було розглянуто перелік існуючих скануючих приймачів та спектр аналізаторів.

Приведено порівняльний аналіз пошукових приладів.

Обґрунтовано застосування спектр аналізатора та скануючого приймача.

Причому працювати вони повинні сумісно. Спектр аналізатор виконує обзирне сканування, скануючий приймач використовується вже на етапі визначення параметрів сигналу.

Таким чином для якісного виконання поставленого завдання потрібно застосовувати обидва прилада.

ВИСНОВКИ

Було розглянуто перелік існуючих скануючих приймачів та спектр аналізаторів.

Приведено порівняльний аналіз пошукових приладів.

Обґрунтовано застосування спектр аналізатора та скануючого приймача.

Причому працювати вони повинні сумісно. Спектр аналізатор виконує обзирне сканування, скануючий приймач використовується вже на етапі визначення параметрів сигналу.

Таким чином для якісного виконання поставленого завдання потрібно застосовувати обидва прилада.

Список використаних джерел

Наукові статті

1. Лаптев О.А. Грозовський Р.І. 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.

2. Лаптев О.А. Порівняний аналіз методів розпізнавання сигналів радіозакладних пристроїв на основі частотних перетворень. Телекомунікаційні та інформаційні технології: науковий журнал. К.: ДУТ, №3, 2019. С71 – 83.

Книги

3. <http://www.dut.edu.ua/ua/lib/1/category/737/view/2031>

Електронні ресурси

4. <https://www.das-ua.com/katalog/skanuyuchi-prijmachi/skaniruyushhij-priemnik-ar2300/>

5. <https://www.tek.com/spectrum-analyzer/rsa5000>

6. <http://ate-m.by/wiki/term/analizator-spektra/>

7. <https://www.set-1.ru/products/mnogofunktsionalnye-kompleksy/kassandra-m/>

8. <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=1295&tbl=04.01.01.05>.

9. <https://dmkpress.com/files/PDF/978-5-94074-926-4.pdf>

10. <https://www.delphiplus.org/zashchita-informatsii-tekhnicheskimi-sredstvami/analizatory-spektra.html>

11. http://www.tehencom.com/Companies/Tektronix/RSA5000B/Tektronix_RSA5103B_RSA5106B_RSA5115B_RSA5126B.htm

12. http://www.tehencom.com/Companies/Anritsu/MS2090A_Field_Master_Pro/Anritsu_MS2090A-0709-0714-0720-0726-0732-0744-0754.htm

13. <http://www.kft.ru/catalog/osc5000deluxe.htm>

14. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80_%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B0

15. http://ni.biz.ua/15/15_11/15_110882_skaniruyushchie-priemniki.html

16. <http://www.radioscanner.ru/rx/aor/ar8200>

17. <https://>

http://www.inspectorsoft.ru/hardware.php?act=more&id=294&id_parent=107

18. <http://um.co.ua/4/4-10/4-103073.html>

19. http://www.ni.biz.ua/15/15_11/15_110883_modeli-panoramnih-priemnikov.html

20. <https://lib.kreatiffchik.ru/mnogofunktsionalnyiy-poiskovyiy-pribor-st-031-piranya.html>