

Освітня програма «Безпека інформаційних та комунікаційних систем»

до кваліфікаційної роботи магістра
на тему: «Аналіз системи автоматизованого радіомоніторингу»

Керівник проф. Рассомахін С.Г. 
Рецензент проф. Краснобаєв В.А. 
Виконавець : студент(ка) групи КБ-61

[Signature]

Харків – 2022

РЕФЕРАТ

Дипломна робота - «Аналіз системи автоматизованого радіомоніторингу».

Робота містить 66 сторінки , 27 кількість ілюстрацій, 2 таблиці, додаток, 83 джерела за переліком посилань.

Метою роботи є аналіз алгоритмів автоматизації процесу узагальнення вимог базових та загальнобазових стандартів до технічних параметрів передавачів радіотехніки згідно з «Планом використання радіочастотного ресурсу України», крім спектральних «масок» радіовипромінювання та створення інформаційної бази спектральних радіовипромінювальних масок передавачів зазначених радіотехнологій.

На протязі роботи використовувалися: методи статистичного синтезу й аналізу, аналітичного огляду, об'єктна орієнтованого програмування.

Результатом роботи є визначення оптимальних методів створення інформаційного базису спектральних масок передавачів.

Щодо значущості роботи можна стверджувати, що ефективність систем радіочастотного моніторингу багато в чому визначається ступенем автоматизації процесів радіомоніторингу. Таким чином, використання режимів дистанційного керування засобами радіомоніторингу в поєднанні з автоматизацією процесу вимірювання та контролю радіовипромінювання дозволяє більш продуктивно використовувати ресурси і виконувати більш складні функції. Крім скорочення часу, необхідного для проведення операцій радіоспостереження, автоматизація дозволяє не тільки скоротити кількість персоналу, необхідного для роботи центрів радіоуправління (ЦРП), але й, зокрема, залучити кваліфікований персонал для вирішення першочергових завдань з обробки інформації. результати радіоспостереження та аналіз.

Отже, для наведених прикладів результати роботи дозволять автоматизувати процес радіомоніторингу РЕЗ цифрових та

аналогових радіотехнологій. Також, використання спектральних масок передавачів інтегрованих в аналізатори спектру дозволить автоматизувати процес перевірки дотримання параметрів радіовипромінювань передавачів РЕЗ. Для наведених прикладів результати роботи дозволять автоматизувати процес радіомоніторингу РЕЗ цифрових та аналогових радіотехнологій.

Ключові слова: РАДІОМОНІТОРИНГ, АВТОМАТИЗОВАНИЙ РАДІОМОНІТОРИНГ, ОПТИМАЛЬНІ МЕТОДИ, РОЗПІЗНАВАННЯ СИГНАЛІВ, СПЕКТРАЛЬНО-ЧАСОВИЙ АНАЛІЗ, СПЕКТРАЛЬНІ МАСКИ, ЗАСОБИ ПРОГРАМУВАННЯ, ІНФОРМАЦІЙНИЙ БАЗИС.

ABSTRACT

Thesis - "Analysis of the automated radio monitoring system".

The work contains 66 pages, 27 number of illustrations, 2 tables, an appendix, 83 sources according to the list of references.

The purpose of the work is the analysis of algorithms for the automation of the generalization process requirements of basic and general basic standards for technical parameters of radio equipment transmitters in accordance with the "Radio frequency use plan resource of Ukraine", in addition to spectral "masks" of radio radiation and creation of an information base of spectral radio-emitting masks transmitters of the specified radio technologies.

During the work, the following methods were used: methods of statistical synthesis and analysis, analytical review, object-oriented programming.

The result of the work is the definition of optimal methods of creating an information base of spectral masks of transmitters.

Regarding the significance of the work, it can be argued that the effectiveness of radio frequency monitoring systems is largely determined by the degree of automation of radio monitoring processes. Thus, the use of remote control modes of radio monitoring devices in combination with the automation of the process of measurement and control of radio radiation allows more productive use of resources and performance of more complex functions. In addition to reducing the time required for conducting radio surveillance operations, automation allows not only to reduce the number of personnel required for the operation of radio control centers (RCCs), but also, in particular, to attract qualified personnel to solve priority information processing tasks. radio monitoring results and analysis.

So, for the given examples, the results robots will allow to automate the process of radio monitoring of digital and analog radio technologies. Also, the use of spectral masks of transmitters integrated into spectrum analyzers will allow to automate the

process of checking compliance with the parameters of radio emissions of RES transmitters. For the given examples, the results of the work will allow to automate the process of radio monitoring of the RES of digital and analog radio technologies.

Keywords: RADIO MONITORING, AUTOMATED RADIO MONITORING, OPTIMAL METHODS, SIGNAL RECOGNITION, SPECTRAL-TEMPORAL ANALYSIS, SPECTRAL MASKS, PROGRAMMING TOOLS, INFORMATION BASE.

Зміст

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	8
ВСТУП	9
1 АНАЛІЗ ОСНОВНИХ МЕТОДІВ АВТОМАТИЗОВАНОГО РАДІОМОНІТОРИНГУ ТА РОЗПІЗНАВАННЯ СИГНАЛІВ	11
1.1 Класифікація джерел радіомоніторингу	11
1.2 Системи визначення місцезнаходження ІРІ та радіомоніторингу	16
1.3 Переносні засоби автоматичного радіомоніторингу	18
2 ПРАКТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ	20
2.1 Алгоритм побудови спектральних масок передавачів РЕЗ	20
2.2 Аналіз сучасних засобів програмування	25
2.2.1 Порівняльний аналіз мов програмування Python та C++	25
2.2.2 Мова об'єктно-орієнтовного програмування Ruby	27
2.2.3 Можливості застосування мови Java	29
2.3 Вибір оптимальних засобів побудови та інтеграції спектральних масок передавачів РЕЗ	37
3 ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ МЕТОДІВ	41
3.1 Створення інформаційного базису спектральних масок передавачів ..	41
3.2 Розробка програмного забезпечення на основі мови програмування Java	43
3.2.1 Інтерфейс розробленого програмного забезпечення та порядок його роботи	43
3.3 Інтеграція спектральних масок передавачів у сучасні засоби радіомоніторингу	49

ВИСНОВКИ.....	58
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	60

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

БПЛА	- безпілотний літальний апарат;
БС	- базова станція
ВП	- випромінювальний пристрій;
ДРВ	- джерело радіовипромінювань;
ЕМС	- електромагнітна сумісність;
РЕЗ	- радіоелектронний засіб;
РМ	- радіомоніторинг;
РП РЧМ	- регіональна підсистема радіочастотного моніторингу;
РЧМ	- радіочастотний моніторинг;
РЧР	- радіочастотний ресурс;
РЧС	- радіочастотна служба;
СРК	- станція радіоконтролю;
СРЧМ	- система радіочастотного моніторингу;
СТРК	- система технічного радіоконтролю;
ТБ	- телебачення;
ТРК	- технічний радіоконтроль;
ТТХ	- тактико-технічних характеристик
ДП «УДЦР»	- Державне підприємство «Український державний центр радіочастот»;
ШСС	- широкосмугова система;
УРЧМ	- управління радіочастотного моніторингу;
ЦПУ	- центральний пункт управління;
ПЗ	- програмне забезпечення;
ПК	- персональний комп'ютер
АРМ	- Automated Workplaces
СРРР	- цифровий радіоприймач

ВСТУП

Актуальність дослідження. Ефективність систем радіочастотного моніторингу багато в чому визначається ступенем автоматизації процесів радіомоніторингу. Таким чином, використання режимів дистанційного керування засобами радіомоніторингу в поєднанні з автоматизацією процесу вимірювання та контролю радіовипромінювання дозволяє більш продуктивно використовувати ресурси і виконувати більш складні функції. Крім скорочення часу, необхідного для проведення операцій радіоспостереження, автоматизація дозволяє не тільки скоротити кількість персоналу, необхідного для роботи центрів радіоуправління (ЦРП), але й, зокрема, залучити кваліфікований персонал для вирішення першочергових завдань з обробки інформації. результати радіоспостереження та аналіз.

Глобальним напрямком апаратної автоматизації є перехід від автоматизованих режимів роботи засобів радіомоніторингу до напіваавтоматичних. Один із таких режимів базується на методі перевірки відповідності параметрів радіовипромінювання передавача на конкретній частоті його спектральній масці (електронному портрету). Для практичної реалізації даного режиму актуальним є розробка у відповідності з нормативними документами, загальними та базовими стандартами інформаційного базису і програмного забезпечення алгоритму побудови спектральних «масок» типів передавачів РЕЗ цифрових та аналогових радіотехнологій, які охоплюються системою радіочастотного моніторингу України.

Об'єкт дослідження: системи автоматизованого радіомоніторингу.

Предмет дослідження: засоби програмування для побудови спектральних масок випромінюючих радіоелектронних засобів основних цифрових і аналогових радіотехнологій, які охоплюються системою радіочастотного моніторингу України.

В ході роботи були вирішені наступні задачі:

- Аналіз основних методів автоматизованого радіомоніторингу та розпізнавання сигналів;
- Вибір оптимальних засобів побудови та інтеграції спектральних масок передавачів РЕЗ;
- Визначення оптимальних методів створення інформаційного базису спектральних масок передавачів.

Методи дослідження — методи статистичного синтезу й аналізу, аналітичного огляду, об'єктна орієнтованого програмування.

1 АНАЛІЗ ОСНОВНИХ МЕТОДІВ АВТОМАТИЗОВАНОГО РАДІОМОНІТОРИНГУ ТА РОЗПІЗНАВАННЯ СИГНАЛІВ

1.1 Класифікація джерел радіомоніторингу

Основним завданням радіомоніторингу є постійний або періодичний контроль забруднення повітря в широкому діапазоні частот, виявлення та виявлення нових джерел радіації.

Ці передачі є багаторівневими і вирішуються в складному електромагнітному середовищі. Ці функції поділяються на такі групи [1].

1) універсальні функції, виконання яких, як правило, забезпечують сучасні системи АРМ (АРМ – Automated Workplaces).

2) допоміжні функції для вирішення завдань радіомоніторингу в диспетчерській.

3) допоміжні функції для вирішення проблем в області.

До універсальних функцій радіомоніторингу відносяться:

- Панорамний спектральний аналіз у часі на максимальній швидкості.
- Швидкий пошук «нових» і динамічних частотних випромінювань.

До функцій рельєфу належать:

- Вимірювання напруженості поля або щільності потоку потужності
- Локація джерел радіовипромінювання (РДВ) з будь-яким типом модуляції по куту місця та азимуту.

Функції в приміщеннях включають:

- Пошук та виявлення каналів втрати технічної інформації.
- Локалізація місцезнаходження ДРВ.

Перш за все, треба класифікувати радіохвиль. Раїдохвилі – це електромагнітні хвилі, які досягають до 3 ТГц, яка поширюється без допомоги хвилеводу.

Для прикладу наведемо таблицю 1 довжин радіохвиль [24].

Таблиця 1.1 - Діапазони радіочастот і довжин радіохвиль.

Назва	Діапазон хвилі, м	Діапазон частот	Назва діапазон частот	Застосування
Довгі хвилі	10^4 - 10^3	3 – 30 <u>кГц</u>	Дуже низькі частоти	Радіозв'язок з підводними човни
Середні хвилі	10^3 - 10^2	30 - 300 <u>кГц</u>	Низькі частоти	Радіонавігація, радіозв'язок земної хвилі
Короткі хвилі	10^2 -10	300 -3000 <u>кГц</u> 3 -	Середні частоти	Радіозв'язок земної хвилі та іоносферної
Метрові хвилі	10 - 1	30 МГц	Високі частоти	<u>Загоризонтна</u> радіолокація, рації
Дециметрові хвилі	1 - 10^1	300 - 3000 МГц	Дуже високі частоти	Телебачення
Сантиметрові хвилі	10^{-1} - 10^{-2}	3 – 30 <u>ГГц</u>	Ультрависокі частоти	Радіолокація, Інтернет
Міліметрові хвилі	10^{-2} - 10^{-3}	30 – 300 <u>ГГц</u>	Надвисокі частоти	Радіоастрономія, радіолокація

Класифікація базується на таких критеріях:

- Розмір зони впливу.
- Тип використання.
- Виконання функції.
- Продуктивність пристрою.

Розміри зони впливу. Інструменти містять рішення проблем радіомоніторингу на місцевості та пеленгах ДРВ. Це дає можливість охоплювати великі території для виявлення ДРВ на вході в зону. Крім того, існують засоби

максимальної швидкості, які забезпечують вирішення завдань радіомоніторингу з метою виявлення, локалізації та ідентифікації ДРВ[1]. Ці роботи необхідно виконувати в спеціальних приміщеннях.

Вид використання. Залежно від типу використання джерела радіомоніторингу їх можна розділити на три групи:

1) кошти для використання на тимчасових і стаціонарних постах, а також при в'їзді через транспортну базу.

2) засоби прихованого використання з розміщенням засобів радіоспостереження у футлярі, кишені або на тілі оператора.

3) засоби, що дозволяють комбіноване (гласне і негласне) застосування засобів радіоспостереження.

Виконання функції. Пристрої радіоспостереження можуть виконувати універсальні функції та підтримувати місцевість або приміщення [1].

Продуктивність обладнання. Він класифікується на:

- Мала потужність (10...100 МГц/с)
- Середня продуктивність (100...1000 МГц/с)
- Висока продуктивність (1000 ... 10.000 МГц/с)
- Надвисока продуктивність (понад 10 ГГц/с)

Сучасні прилади радіомоніторингу створюються з точки зору системного підходу і являють собою систему апаратного та програмного забезпечення, об'єднану спільною ідеєю. Через це такі проблеми, як: електромагнітна сумісність, переривання живлення, узгодження з параметрами середовища, виникають які вони використовуються.

Тому для вирішення таких завдань існує поділ коштів на групи, що характеризують виконання кожної або кількох встановлених умов. Його можна розділити на такі сімейства: мобільні, переносні, стаціонарні. При цьому кожне сімейство має пріоритети в розробці техніки, в яких на першому місці стоїть реалізація тактико-технічних характеристик (ТТХ), а на другому – мінімальні габаритні параметри.

Для стаціонарних пристроїв, як показано на рис. 1.1, АРМ практично не мають габаритних та енергетичних обмежень, і в них можуть бути реалізовані найкращі параметри [3]. Таким чином, отримавши велику дальність дії стаціонарних базових постів, забезпечується розміщення антенних систем на будівлях або інших високих місцях.



Рис.1.1 - Стаціонарна станція радіомоніторингу

Для мобільного пристрою, зображеного на рис. 1.2 котрі розміщенні на транспорті або інші рухомі об'єкти мають обмеження щодо розміру, споживання електроенергії та ваги. Це обумовлено як самими носіями, так і енергоємністю джерел, розміщених на транспорті.



Рис.1.2 - Мобільна станція радіомоніторингу

Оскільки зазначені обмеження не є жорсткими, багатоканальні цифрові панорамні радіоприймачі можуть використовуватися в пристроях цього сімейства, а також у стаціонарних пристроях, при цьому досягається високий динамічний діапазон, швидкість панорамного аналізу та обробки інформації, що надходить.

Портативні засоби радіомоніторингу, показані на рис. 1.3(а), призначені для перенесення одним або декількома операторами та використання в стаціонарних і тимчасових місцях з або без джерела живлення, а також можуть бути розташовані на відкритій місцевості [4]. Таким чином, вже існує декілька жорстких обмежень щодо маси, споживання та розмірів антенної системи DF. Портативний пристрій також вимагає акумулятора або іншого джерела живлення.

Портативні пристрої радіомоніторингу, як показано на рис. 1.3(б), призначені для роботи під час руху оператора, коли пристрій знаходиться на тому самому операторі. Крім того, для виконання можна використовувати джерела даних радіоспостереження у тимчасових або стаціонарних місцях.

Існують універсальні додатки, використання яких виправдано для визначення положення об'єкта у важкодоступних місцях або там, де потрібна прихована робота [1]. Обмеження на цей тип пристроїв найсуворіші, ніж на інші. У зв'язку з серйозними обмеженнями по витраті і масогабаритним параметрам.



а



б

Рис.1.3 - а) Портативний засіб радіомоніторингу. б) переносний засіб радіомоніторингу

Вимірювання радіоприймальних пристроїв та антен приладів необхідні для вимірювання параметрів стандартних РЕЗ (радіоелектронних засобів) під час контролю випромінювань, зареєстрованих державними органами зв'язку, а також для оцінки ефективності заходів щодо запобігання витоку інформації до межі контрольованих об'єктів. Використання для вимірювань повинно бути підтверджено сертифікатами, напр. Б. Держстандарт.

Тому всі засоби радіомоніторингу поділяються на групи:

- Сімейство стаціонарних засобів радіомоніторингу
- Сімейство мобільних наземних, повітряних і морських засобів радіомоніторингу
- Сімейство портативних пристроїв радіомоніторингу, які повинні бути встановлені в тимчасових місцях для роботи.
- Сімейство портативних пристроїв прихованого радіоспостереження, призначених для використання під час водіння.

1.2 Системи визначення місцезнаходження ІРІ та радіомоніторингу

Необхідні параметри території та визначення місця розташування ІРІ досягаються за допомогою систем пеленгації та станцій радіоспостереження, які забезпечують прийом та виявлення радіосигналів у центральній точці,

розрахунок місця розташування ІРІ та одночасне наведення. знаходження за командою зі штабу.

Для визначення місця розташування ІРІ та стаціонарних систем пеленгації слід також додати мобільні радіовимірювальні станції, які повинні «моніторити» виявлення ІРІ в місцях або районах, де прийом сигналу стаціонарними станціями утруднений [5]. Також повинні бути ручні пеленгатори та портативні пристрої радіомоніторингу, які можна використовувати для визначення місцезнаходження ІРІ в місцях, недоступних для мобільних пристроїв.

До систем визначення місцезнаходження та мобільних пеленгаторів ІРІ діють ті ж правила, що й до стаціонарних, але за умови встановлення системи на переносну «щоглу» меншої довжини на рівній поверхні.

Портативна система має суворіші обмеження, що впливає на продуктивність і функціональність. Необхідність роботи в польових умовах вимагає наявності системи автономного електропостачання.

Стаціонарні та мобільні станції радіоспостереження для таких станцій необхідні пости, а також ручний пеленгатор або переносний радіокомплекс спостереження.

До складу входить:

- Широкутова антена для радіомоніторингу
- Блок обробки змінного струму
- Конвертор радіосигналу.
- Широкутова антена
- Блок управління з програмним пакетом.

Портативні засоби радіоспостереження. Для переносних засобів основним завданням є радіоспостереження на тимчасових постах, у важкодоступних місцях і на відкритих територіях, де неможливе використання мобільних і стаціонарних засобів [5]. Можливості портативного пристрою для виконання завдань радіоспостереження на землі повинні узгоджуватися з можливостями

стаціонарного та мобільного засобів радіоспостереження. Досить важко реалізувати антенну систему DF за допомогою портативних засобів.

Система радіомоніторингу включає:

- Більше трьох портативних станцій (центральна та кілька периферійних станцій)
- Ручний пеленгатор для відкритого чи прихованого використання.

Для багатофункціональності на портативні пристрої можна покласти додаткові завдання.

Сімейство засобів пошуку повинно включати прилади для спостереження за кількома або однією будівлею та мобільні станції для радіоспостереження, вимірювання радіаційних параметрів і пеленгації на кордоні контрольованої зони.

Сертифіковане обладнання ARM з вимірювальними антенами за наявності програмного забезпечення можна використовувати для конкретних досліджень.

1.3 Переносні засоби автоматичного радіомоніторингу

Носимі засоби включають вимоги до відкритих або для прихованого використання. Виходячи зі структур органів нагляду за зв'язком та правоохоронних органів, бажані такі варіанти розміщення коштів.

По можливості пристрій повинен мати функцію мобільного або стаціонарного пристрою моніторингу.

Також слід зазначити, що маса і габарити апаратури повинні бути мінімізовані, відсутність жорстких умов точності пеленгації, виправданий амплітудний метод пеленгації на основі спрямованих антен на переносних пеленгаторах. Пеленгатори можуть бути як прихованого, так і явного способу використання [11].

Процес пошуку ІРІ за допомогою ручних пеленгаторів може здійснюватися в кілька етапів:

- Швидкий панорамний спектральний аналіз у полі та виявлення «нових» сигналів.

- Кількісна або якісна оцінка радіаційних параметрів. • □ Цифрова панорама RPP.

Завдання на вимірювання напруженості поля переносними засобами вирішується тільки при використанні вимірювальних антен, для розміщення яких потрібні «щогли» або штативи.

Забезпечення та уніфікація якісного радіомоніторингу основними технічними вимогами до всіх засобів не повинно відрізнятися від вимог до стаціонарних і мобільних засобів [1]. Винятком є вимоги до розмірів і ваги. Для реалізації такого принципу створено каналний і багатоканальний CRPP (CRPP - цифровий радіоприймач), повинні формуватися з неоцифрованих моделей із збереженням основних вимог до тактико-технічних властивостей (ТТХ) у випадках. Крім того, при роботі на тимчасових і стаціонарних постах бажано забезпечити комплексне радіоспостереження за засобами. Такий підхід до розробки засобів дозволяє полегшити взаємодію технічних засобів з різними родами, забезпечити інформаційну та електричну сумісність.

2 ПРАКТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ

2.1 Алгоритм побудови спектральних масок передавачів РЕЗ

Вихідними даними для побудови спектральних масок була вибірка типів РЕЗ з бази частотних розподілів державного підприємства «Український державний центр радіочастот», які відрізняються або діапазоном робочих частот, або класом випромінювання, або за типом коду моделювання. На рис. 2.1 показано фрагмент вихідних даних для кількох типів передавачів РЕЗ із технологією широкосмугового радіозв'язку, що працюють у діапазоні частот від 1,35 ГГц до 6 ГГц.

а)												б)											
	ID	кількість	назва/тип РЕЗ	A/D	мін_част	макс_част	клас випромінювання	поз-сть	код	модуляція	Нормативні посилання												
1	2249	5	MicroMAX 1,5G "Airspan	D	1427	1492	1M75D7W	16	QAM	16-QAM	[2], [1] (0, 4)	[1] - ETSI EN 302 326-2 [2] - 802.16d [3] - 802.11.2012 [4] - EN 300 328 [5] - Норми 19-13 [6] - 802.15.4 [7] - 802.16e [8] - 802.11 [10] - ДСТУ 7115-2009 [11] - 802.16 [12] - ETSI HiperMAN [14] - R-REC-M.1801-2 [15] - EN 301 055											
2	2338	0	MicroMAX 1,5G "Airspan	D	1427	1492	5M00D7W--	64	QAM	64-QAM	[2], [1] (0, 6)												
3	1159	79	AS.MAX MicroMAX 1.5G	D	1430	1492	3M50D7W--	64	QAM	64-QAM	[2], [1] (0, 6)												
4	1045	524	AS WipLL 1,5GHz (BSR)	D	1427	1525	1M33 F7D	64	QAM	64-QAM	[2], [1] (0, 6)												
5	1070	10	BS-1785-RU-A	D	1785	1805	5M00D7W--	64	QAM	64-QAM	[1] (0, 6)												
6	2228	27	McWill Micro BTS	D	1785	1805	5M00D7W--	64	QAM	64-QAM	[1] (0, 6)												
7	2326	8	Base Station System XW	D	1785	1805	5M00D7W--	64	QAM	64-QAM	[1] (0, 6)												
	сму́га (МГц)	на рівні (дБ)	сму́га (МГц)	на рівні (дБ)	сму́га (МГц)	на рівні (дБ)	сму́га (МГц)	на рівні (дБ)	сму́га (МГц)	на рівні (дБ)	сму́га (МГц)	на рівні (дБ)	сму́га (МГц)	на рівні (дБ)	сму́га (МГц)	на рівні (дБ)	сму́га (МГц)	на рівні (дБ)	сму́га (МГц)	на рівні (дБ)	сму́га 5xCS (МГц)		
1,75	-8	1,75	-27	2,5	-32	3,7	-50	7				-50	8,75				-50	8,75					
5	-8	5	-32	7,2	-38	10,6	-50	20				-50	25				-50	25					
3,5	-8	3,5	-32	5	-38	7,4	-50	14				-50	17,5				-50	17,5					
1,33	-8	1,33	-32	1,9	-38	2,8	-50	5,4				-50	6,7				-50	6,7					
5	-8	5	-32	7,1	-38	10,5	-50	20				-50	25				-50	25					
5	-8	5	-32	7,1	-38	10,5	-50	20				-50	25				-50	25					
5	-8	5	-32	7,1	-38	10,5	-50	20				-50	25				-50	25					

Рисунок 2.1 - Табличне представлення результатів розробки спектральних масок РЕЗ передавачів широкосмугової радіотехніки

Вони сформовані на основі відповідних стандартів і нормативних документів [6].

Подібний алгоритм використовувався при розробці спектральних масок усіх типів передавачів радіотехніки РЕЗ 26, що використовуються в Україні.

Слід також враховувати стандарти ширини смуги радіочастот і позасмугового випромінювання. Необхідна смуга частот є вихідним параметром

при нормуванні смуги радіочастот і позасмугового випромінювання і визначається за формулами, наведеними в [9]. При розрахунку необхідної ширини смуги частот необхідно використовувати параметри модуляції, передбачені цими стандартами, щодо даного класу випромінювання та типу радіосигналів від пристрою. У цифрових системах передачі при використанні фільтрів для формування цифрових імпульсів необхідно враховувати коефіцієнт пропускання фільтра з косинусним затуханням або його апроксимацію.

Норми контрольної смуги пропускання визначаються на рівні мінус 30 дБ по відношенню до заданого (початкового) рівня 0 дБ. Для деяких типів радіолокаційних станцій він фіксується на рівні мінус 40 дБ.

Нормативи позасмугового випромінювання встановлюються відповідно до значень смуги радіовипромінювання на рівнях дорівнює мінус 40 дБ, мінус 50 дБ і мінус 60 дБ (IN40, IN50, IN60) відносно заданого (початкового) рівня 0 дБ.

Нормовані значення смуги пропускання на цих площинах визначаються за формулами, наведеними в [6-9], з'єднуючи нормовані точки, координати яких на осі ординат відповідають зазначеним площинам, а на осі абсцис – логарифм інтерференції від несучої частоти до частоти дає граничну лінію для позасмугового спектру.

Сигнали стандартизованих технологій повинні використовувати спектральні маски.

Контроль смуги радіочастот і позасмугових випромінювань здійснюється шляхом вимірювання смуги пропускання та смуги частот на рівнях мінус 40, мінус 50 і мінус 60 дБ відносно нуля.

Для прикладу розглянемо зразок зі стандарту [6]. Спектральні маски для пристроїв радіодоступу для бездротової передачі даних стандарту 802.11n показано на рисунках 2.2, 2.3. Класи випромінювання для стандарту 802.11n наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Параметри випромінювання стандарту 802.11n.

№ п/п	Найменування параметру	Значення параметру
1	Модуляція	OFDM BPSK, QPSK, 16 QAM, 64 QAM
2	Клас випромінювання	20M0G7W, 20M0D7W, 40M0G7W, 40M0D7W

Приклад 1: Режим вимірювань:

- 1) ширина смуги пропускання по ПЧ - 100 кГц.
- 2) смуга огляду - 100 МГц.
- 3) ширина смуги частот відеофільтру - 30 кГц.

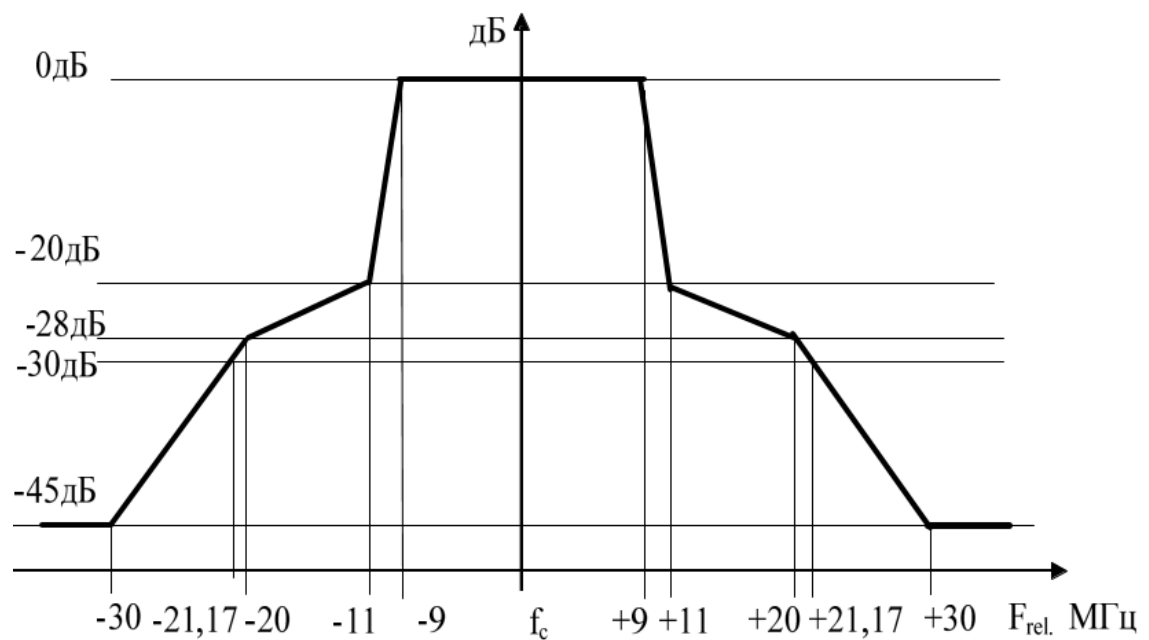


Рисунок 2.2 - Маска спектра сигналу для стандарту 802.11n при частотному розносі каналів 20 МГц

Приклад 2: Режим вимірювань:

Ширина смуги пропускання по ПЧ - 100 кГц. Смуга огляду - 120 МГц.
Ширина смуги частот відеофільтру - 30 кГц.

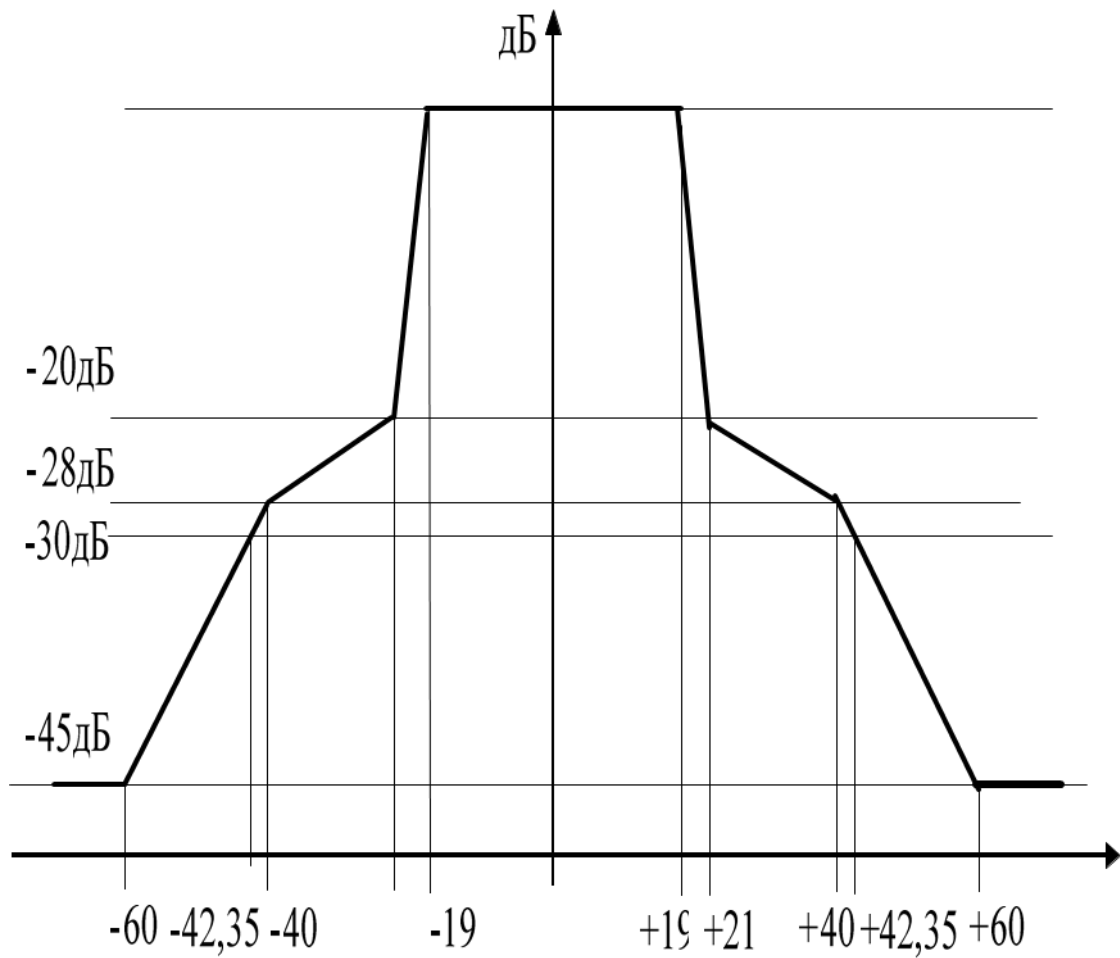


Рисунок 2.3 - Маска спектра сигналу для стандарту 802.11n при частотному розносі каналів 40 МГц

У нормативних документах неповний перелік різноманітних спектральних масок. Вони мають форму напівграфіка, який необхідно віддзеркалити для подальшого графічного представлення та використання в аналізаторах спектру. Приклад опису одного з цих стандартів наведено на рисунку 2.4.

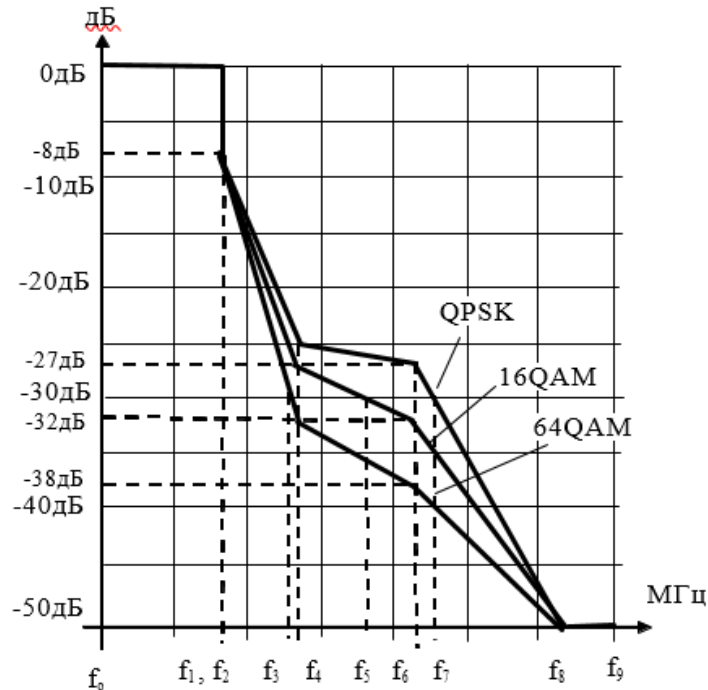


Рисунок 2.4 – Опис стандарту

Він являє собою спектральну маску для стандарту 802.16 в діапазоні частот 2-11 ГГц для режимів OFDM, OFDMA, смуга ПЧ 100 кГц. Смуга пропускання відеофільтру становить 30 кГц.

Приведення масок цього типу до стандартних умов також викликало значну механічну роботу під час створення бази даних та розробки алгоритму побудови маски та роботи в цілому.

Для аналітичного опису та графічного зображення спектральних масок передавачів, що покривають основне та піддіапазонне випромінювання, обрано метод кусково-лінійної апроксимації огибаючої реального енергетичного спектра [16].

Перевагою цього методу є доступність необроблених даних, оскільки вони засновані на стандартах ETSI, і низькі обчислювальні зусилля.

Нижче ми розглянемо мови програмування, які дозволяють реалізувати процес автоматизованого створення спектральних масок передавачів усіх

радіотехнологій на високому рівні, бути економічно доступними та забезпечувати швидкість виконання поставлених завдань.

2.2 Аналіз сучасних засобів програмування

2.2.1 Порівняльний аналіз мов програмування Python та C++

Мова програмування Python була розроблена в кінці 20 століття, але вона стає все більш популярною не тільки серед досвідчених програмістів, а й у сфері вивчення мов програмування.

Python інтерпретується як об'єктно-орієнтована мова програмування високого рівня з динамічним набором тексту, автоматичним керуванням пам'яттю та зручними високорівневими структурами даних, такими як списки, кортежі та словники. Підтримує класи, модулі, обробку винятків і багатопотокові обчислення. Перевагою мови є те, що вона має простий і виразний синтаксис, підтримує структурне, об'єктно-орієнтоване, функціональне та аспектно-орієнтоване програмування [15].

З точки зору розробника спеціалізованого програмного забезпечення, мова програмування Python є ефективним інструментом. Програми містять набагато менше коду, ніж багато інших мов, і реалізують той самий тип функціональності. Простий синтаксис полегшує читання коду програми, уникаючи подальших проблем із налагодженням і розширенням програм. Це також є перевагою при виборі мови для програміста-початківця.

Одним із перших понять під час навчання програмуванню є поняття змінної. Щоб успішно навчитися писати оптимальний програмний код, дуже важливо розуміти, що таке змінна, навчитися зберігати в ній дані та використовувати їх у програмах [19].

Концепція змінної в мові програмування C++ така ж, як і в мові програмування Pascal: змінна — це названа область пам'яті, яка використовується для зберігання значення певного типу. Іншими словами, змінна - це іменована область пам'яті для зберігання даних, які можуть змінюватися під час виконання програми. Відмінними ознаками цієї концепції,

як визначено, є тип, ідентифікатор і значення. Імена та типи змінних вказуються під час опису і не можуть бути змінені під час роботи програми. У Паскалі тип змінної оголошується після ключового слова `var` у розділі опису змінної.

У C++ змінну можна оголосити будь-де в програмі. Недоліком є те, що навіть якщо в ньому нічого не зберігається, створена змінна вже займає певну кількість пам'яті комп'ютера в Pascal і C++. А цей обсяг, у свою чергу, залежить від природи змінної.

Мова програмування Pascal. А Python, у свою чергу, спрощує синтаксис мови C++. Таким чином, Python має багато спільного з C++, але також вирішує ширший спектр проблем, ніж його попередники.

У мові програмування Python змінна є найпростішим покажчиком на значення певного типу. Тому він ініціалізується шляхом присвоєння ідентифікатора значенню за допомогою оператора присвоєння. Отже, ще одна перевага мови Python полягає в тому, що змінні не займають багато місця в пам'яті комп'ютера. Тип змінної в цій мові не оголошено, він визначається автоматично в продуктивність диспетчер завдань існує інша класифікація види Дані приклад, види Дані поділяються на стандартні та спеціальні. Стандартні типи даних включають `int` (всі), `навести` (Матеріал з плаваючою комою), `char` (символ), `string` (рядок). Визначені користувачем типи даних включають масиви та структури [21].

Найпоширенішою спрощеною структурою, реалізованою майже у всіх мовах програмування, є масив. Давайте детальніше розглянемо використання масивів у мовах програмування Pascal, C++ і Python.

Масиви складаються з обмеженої кількості компонентів одного типу. Структура масиву є однорідною, до кожної його складової можна отримати будь-який доступ, а потрібний об'єкт можна отримати за її індексом.

У мові Pascal тип масиву задається спеціальним словом `array`, після якого вказується тип індексу масиву та тип елементів масиву. Використовуючи індекс, ви можете отримати доступ до окремих елементів будь-якого масиву так, ніби

вони є звичайною змінною певного типу: ви можете отримати значення цього елемента, призначити йому значення окремо та використовувати його у виразах. Недоліком мови Паскаль є те, що змінні в масиві з інтервалом, рівним 1, можна повторювати в прямому або зворотному порядку за допомогою стандартного циклу (цикл `for` - цикл з одним параметром).

Витонченість мови програмування C++ дозволено ширше використовувати всі можливості роботи з масивами. Коли ви ініціалізуєте масив, ви можете встановити його розмір, але не записувати його значення, ви можете встановити розмір і писати в цей масив негайно, або ви можете писати в масив, не встановлюючи його розмір [24].

Також важливою відмінністю є те, що можна не тільки інтегрувати елементи масиву в прямому і зворотному порядку, а й задавати інтервал для ітерації елементів з однаковим стандартним циклом обходу. Це істотна перевага мови C++ при роботі з масивами, а також переваги цієї циклічної конструкції.

2.2.2 Мова об'єктно-орієнтовного програмування Ruby

Авторство розробки мови належить Юкіхіро Мацумото. Перша версія з'явилася в 1995 році. Головною особливістю є фактична відсутність процесу компіляції - програма просто розбирається і виконується команда за командою. Виходячи з концепції програмування в Ruby, помилки в програмі можна виявити лише під час запуску або під час виконання програми, оскільки по суті немає попередньої перевірки синтаксису.

Функціональність мови Ruby включає стислий і простий синтаксис, розроблений частково під впливом Ada, Eiffel і Python, і може обробляти винятки у стилі Java і Python. Повністю об'єктно-орієнтована мова програмування. Містить автоматичний збирач сміття, який працює для всіх об'єктів Ruby, включаючи зовнішні бібліотеки [27].

Створювати розширення для Ruby на C дуже легко, частково завдяки простому та зручному API. Підтримує цикли з повною прив'язкою до змінних. Цілі змінні в Ruby автоматично перетворюються між типами `fixnum` (32-bit) і

`bignum` (більше 32-біт) залежно від їх значення, що дозволяє виконувати цілочисельні математичні операції будь-якої точності. Не вимагає попереднього оголошення змінних, хоча краще, щоб інтерпретатор присвоїв змінній порожнє значення `nil` (тоді інтерпретатор знає, що ідентифікатор вказує на змінну, а не на назву методу).

Мова використовує прості угоди для визначення області. Може динамічно завантажувати розширення, якщо це дозволяє операційна система. Має незалежну від ОС підтримку багатопоточності. Ruby було перенесено на багато платформ. Він розроблений на Linux, але працює на багатьох версіях Unix, DOS, Microsoft Windows, Mac OS, BeOS, OS/2 тощо. Можливості Ruby Здатний обробляти винятки у стилі Java та Python. Дозволяє перевизначати оператори, які насправді є методами [29].

Програмування. Усі дані в Ruby є об'єктами в сенсі Smalltalk. Єдиним винятком є керуючі конструкції, які, на відміну від Smalltalk, не є об'єктами в Ruby. Наприклад, число "1" є екземпляром класу `Template:RDoc`. Ви можете додавати методи до класу і навіть до конкретного екземпляра під час виконання програми. ні підтримується декілька спадок, Натомість можна використовувати концепцію `Mixin`, яка в цій мові базується на модульних механізмах. Містить автоматичний очищувач сміття. Він працює для всіх об'єктів Ruby, включаючи зовнішні бібліотеки.

Створювати розширення для Ruby на C дуже просто завдяки збиранню сміття та простому та зручному API. Підтримує цикли з повною прив'язкою до змінних. Підтримує блок коду (код у `{ ... }` або `do ... end`). Блоки можна використовувати в методах або перетворювати на цикли. Не вимагає попереднього оголошення змінних, хоча краще, щоб інтерпретатор присвоїв змінній порожнє значення `nil` (тоді інтерпретатор знає, що ідентифікатор вказує на змінну, а не на назву методу). Мова використовує прості угоди для визначення області. Приклад: просто `var` — це локальна змінна, `@var` — це змінна екземпляра (член або поле об'єкта класу), `@@var` — це змінна класу, `$var` —

глобальна змінна. Багато шаблонів програмування реалізовано безпосередньо в мові Ruby, наприклад, "single" можна реалізувати шляхом додавання необхідних методів до даного об'єкта. Може динамічно завантажувати розширення, якщо це дозволяє операційна система. Він забезпечує незалежну від ОС підтримку нестисливої багатопоточності. Портовано на багато платформ.

Мова була розроблена на GNU/Linux, але працює на багатьох версіях Unix, DOS, Microsoft Windows (частково Win32), Mac OS, BeOS, OS/2 тощо. Недоліками Ruby є неконтрольованість деяких процесів (наприклад, розподіл пам'яті тощо), неможливість вказати низькорівневі структури даних або процедури, неможливість компіляції програми та супутньої оптимізації та відкритість вихідного коду навіть у готовій програмі [63,67]. Існує дві основні форми реалізації для Ruby: офіційний інтерпретатор і JRuby, реалізація для Java [31].

Інтерпретатор портований на більшість платформ, включаючи Unix, Microsoft Windows, DOS, Mac OS X, OS/2, Amiga, BeOS, Syllable, Acorn RISC OS та інші. За допомогою технічних засобів я реалізував швидкий алгоритм сортування мовою Ruby. Ruby виходить на світовий ринок ІТ, і ІТ-фахівці вже називають її мовою програмування століття, зважаючи на її швидкі революції.

Ruby — це повністю динамічна об'єктно-орієнтована мова програмування високого рівня. Але це не оптимально для цього проекту.

2.2.3 Можливості застосування мови Java

Java була розроблена в Sun Microsystems, Inc., де Джеймс Гослінг очолював групу дослідників, які намагалися створити нову мову, яка дозволила б електронним пристроям спілкуватися один з одним. Робота над мовою почалася в 1991 році, і незабаром фокус команди перемістився на нову нішу — Всесвітню павутину. Java була вперше випущена в 1995 році, і здатність Java забезпечувати інтерактивність і мультимедіа зробила її особливо придатною для Інтернету [33].

Різниця між тим, як працює Java та іншими мовами програмування, була революційною. Код на інших мовах спочатку перекладається компілятором в

інструкції для конкретного типу комп'ютера. Натомість компілятор Java перетворює код у байт-код, який потім інтерпретується програмним забезпеченням під назвою Java Runtime Environment (JRE) або віртуальна машина Java. JRE діє як віртуальна машина, яка інтерпретує байт-код і перекладає його для головного комп'ютера. Через це код Java можна писати однаково для багатьох платформ («напиши один раз, запусти будь-де»), що сприяло його популярності для використання в Інтернеті, де багато різних типів комп'ютерів можуть отримувати ту саму веб-сторінку.

Наприкінці 1990-х років Java принесла мультимедіа в Інтернет і почала виходити за межі Інтернету, забезпечуючи живлення споживчих пристроїв (наприклад, стільникових телефонів), роздрібних і фінансових комп'ютерів і навіть бортових комп'ютерів марсоходів NASA. Через цю популярність так створив різні варіанти Java для різних цілей, включаючи Java SE для домашніх комп'ютерів, Java ME для вбудованих пристроїв і Java EE для веб-серверів і суперкомп'ютерів. У 2010 році корпорація Oracle взяла під контроль Java, придбавши Sun Microsystems [35].

Незважаючи на схожість назви, мова JavaScript, призначена для роботи у веб-браузерах, не є частиною Java. JavaScript був розроблений Netscape Communications Corp. у 1995 році. і був розроблений як доповнення до Java. Спочатку він називався Mocha, а потім LiveScript до того, як Netscape отримав маркетингову ліцензію від Sun [26].

Щоб налаштувати середовище розробки Java на вашому комп'ютері — ви «розробляєте» (пишете) комп'ютерні програми за допомогою «середовища розробки», — вам потрібно зробити наступне:

- завантажити файл, що містить середовище розробки Java (компілятор та інші засоби);
- завантажте файл, що містить документацію Java;
- якщо у вас немає WinZip (або еквівалента) на вашому комп'ютері, вам потрібно буде завантажити та встановити великий файл, що містить WinZip;

- встановити середовище розробки Java; - встановити документацію;
- налаштувати кілька змінних середовища; - перевірити все.

Перш ніж ми почнемо, нам буде легше створити новий каталог у тимчасовому каталозі для зберігання файлів, які ми хочемо завантажити. Ми називаємо це каталогом завантажень.

Крок 1. Завантажте інструменти розробки Java. Для цього треба йти на бік <http://java.sun.com/j2se/1.4.2/download.html>. Завантажте програмне забезпечення SDK, натиснувши посилання Download J2SE SDK. Ви побачите ліцензійну угоду. Натисніть Прийняти. Виберіть свою операційну систему та завантажте файл у каталог завантажень. Це величезний файл, а його завантаження через звичайний телефонний модем займає кілька годин. Наступні два файли також великі [36].

Крок 2. Завантажте документацію Java. Завантажте документацію, вибравши свою операційну систему та натиснувши посилання SDK 1.4.1 Documentation.

Крок 3. Завантажте та встановіть WinZip. Якщо на вашому комп'ютері немає WinZip або еквівалента, перейдіть на сторінку <http://www.winzip.com/> і завантажте пробну версію WinZip. Запустіть EXE, який ви отримаєте, щоб інсталиувати його. Ми використаємо цей момент для встановлення документації.

Крок 4. Встановіть комплект розробника. Запустіть файл j2sdk-1_4_1 - *. Exe, завантажений на кроці 1. Набір розробки буде розпаковано та встановлено автоматично.

Крок 5 - Інсталюйте документацію. Прочитайте інструкції зі встановлення для документації. Вони попросять вас перемістити файл документації в той самий каталог, що й пакет розробки, який ви щойно встановили. Розархівуйте документацію, і вона вставиться сама.

Крок 6. Налаштуйте середовище. Як згадувалося на цій сторінці, вам потрібно змінити змінну шляху. Найпростіший спосіб зробити це — відкрити

підказку MS-DOS і ввести PATH, щоб побачити поточний шлях. Потім відкрийте autoexec.bat у Блокноті та внесіть зміни в PATH, як зазначено в інструкціях.

Крок 7 - Тестування. Тепер ви зможете відкрити інше вікно MS-DOS і ввести javac. Якщо все налаштовано правильно, ви повинні побачити дворядковий блок тексту, що пояснює, як використовувати Javac. Це означає, що ви готові до роботи. Якщо ви бачите повідомлення «Недійсна команда або ім'я файлу», це означає, що ви не готові до роботи. Дізнайтеся, що ви зробили не так, ще раз прочитавши посібник зі встановлення. Переконайтеся, що PATH встановлено правильно та працює. Поверніться та перечитайте код програміста вище та наполягайте, доки проблема не буде вирішена.

Після виконання вищевказаних кроків ми можемо вважати, що наш ПК може компілювати програми Java. Ми готові почати писати програмне забезпечення!

До речі, серед іншого, ми розпакували демо - каталог, повний хороших прикладів. Усі приклади готові до запуску, тому ви можете знайти каталог і пограти з деякими прикладами. Багато з них створюють шум, тому переконайтеся, що ви ввімкнули динаміки. Щоб запустити приклади, знайдіть сторінки з такими назвами, як example1.html, і завантажте їх у свій звичайний веб-браузер. Ваша перша програма буде короткою і не дуже складною [37].

Область змінних в Java. Область дії змінної — це та частина програми, де можна отримати доступ до змінної. Як і в C/C++, усі ідентифікатори в Java мають лексичну (або статичну) область видимості, що означає, що область видимості змінної може бути визначена під час компіляції та не залежить від стека викликів функцій.

Програми Java організовані у формі класів. Кожен клас є частиною пакету. Правила визначення області Java можна розділити на такі категорії.

Змінні-члени (область класу). Ці змінні повинні бути оголошені всередині класу (поза кожною функцією) [37]. До них можна отримати прямий доступ з будь-якої точки класу. Давайте розглянемо приклад:

```
{
// Усі змінні визначені безпосередньо в змінних-членах // класу
int a;
приватний рядок b void метод1 () {...} int метод2 () {...} символ c;
}
```

- Ми можемо оголошувати змінні класу будь-де в класі, крім методів.
- Доступ до вказаних змінних-членів не впливає на їх область дії в класі.
- Доступ до змінних-членів за межами класу регулюється такими правилами

Локальні змінні (область рівня методу). Змінні, оголошені в методі, мають область дії на рівні методу, і до них неможливо отримати доступ поза межами методу:

```
{
недійсний метод1() {
// локальна змінна (область рівня методу) int x;
}}
```

Після завершення виконання методу локальні змінні не існують. Ось ще один приклад області дії методу, за винятком того, що цього разу змінну було передано як параметр до тестового методу класу:

```
{
private int x;
public void setX(int x) {
this.x = x; }
}
```

Код вище використовує це ключове слово для розрізнення локальних змінних і змінних класу. Як вправу розглянемо результат такої програми Java:

```
filter_none редагувати play_arrow brightness_4
публічний тест класу {
статичне ціле x = 11; private int y = 33;
```

```

public void method1 (int x) {
    test t = new test(); this.x = 22;
    y = 44;
    System.out.println("Test.x:" + Test.x); System.out.println("tx:" + tx);
    System.out.println("ty:" + ty); System.out.println("y:" + y);
}

```

```

public static void main(String args [])
{
    test t = new test(); t.Метод1 (5);
}
}

```

Вихід: Test.x: 22 TX: 22 ti: 33

в: 44

Змінні циклу (область блоку) Змінна, оголошена в методі всередині пари дужок "{" і "}", має область видимості лише в дужках.

filter_none

редагувати play_arrow bright_4 публічний тест класу {

```

public static void main(String args[]) {

```

```

{

```

```

// Змінна x має область видимості в // дужках

```

```

ціле число x = 10; System.out.println(x);

```

```

}

```

// Коментування під рядком // спричинить помилку, оскільки змінна x виходить за межі області видимості.

```

// System.out.println(x); }

```

```

} Запис:

```

Давайте розглянемо хитрий приклад секції циклу. Передбачте вихід наступної програми. Ви будете здивовані, якщо ви звичайний програміст на C/C++.

```

filter_none edit play_arrow brightness_4 class test

```

```
{
public static void main(String args[]) {
int a = 5;
for (int a = 0; a < 5; a++) {
System.out.println(a); }
}}
```

Вхід:

6: Помилка: змінна a вже визначена в методі go(int) для (int a = 0; a < 5; a++).

^

Це буде працювати на C++. Однак у Java це помилка, оскільки в Java імена змінних внутрішнього та зовнішнього циклу мають відрізнятися.

Подібна програма на C++ працює. Подивіться на це. Як вправу я спрогнозую вихід наступної програми Java.

```
filter_none edit play_arrow brightness_4 class test
{
public static void main(String args[]) {
{
```

```
ціле число x = 5; {
ціле число x = 10; System.out.println(x);
54
}}
}}
```

Подивіться уважно на програму, внутрішній цикл закінчується до того, як буде оголошено змінну зовнішнього циклу. Отже, спочатку знищується змінна внутрішнього циклу, а потім створюється нова змінна з тим же ім'ям.

Кілька важливих зауважень щодо областей видимості змінних у Java. Загалом, набір дужок {} визначає область. У Java ми зазвичай можемо отримати

доступ до змінної, якщо вона визначена в тих самих дужках, що й код, який ми пишемо, або у фігурних дужках усередині фігурних дужок, у яких була визначена змінна. Будь-яка змінна, визначена в класі за межами методу, може використовуватися всіма методами-членами. Якщо метод має ту саму локальну змінну як член, це ключове слово можна використовувати для посилання на поточну змінну класу. Щоб змінну можна було прочитати після завершення циклу, її потрібно оголосити перед тілом циклу [39].

У Java, як і в будь-якій іншій мові програмування, кожна змінна має область видимості. Це розділ програми, де змінна може бути використана та дійсна.

Сфера застосування класу

Будь-яка змінна, оголошена в дужках класу ({}), з модифікатором приватного доступу, але поза будь-яким методом, має область класу. Тому ці змінні можна використовувати будь-де в класі, але не за його межами:

```
публічний клас ClassScopeExample {
    приватне ціле число = 0; public void exampleMethod () {
        сума ++; }
    public void otherExampleMethod () {
        integer otherAmount = сума + 4; }
}
```

Ми бачимо, що ClassScopeExample має змінну класу sum, до якої можна отримати доступ у методах класу.

Якщо ми не використовуємо приватне, воно буде доступне з усього пакета. Щоб отримати додаткові відомості, перегляньте статтю Модифікатори доступу.

Область застосування методу. Коли змінну оголошено в методі, вона має область видимості методу і дійсна лише в межах того самого методу:

```
публічний клас MethodScopeExample {
    public void methodA() { діапазон цілих чисел = 2;
```

```

    }
    public void methodB () {
        // помилка компілятора, неможливо перетворити область на змінну area =
area + 2;
    }}

```

У методі А ми створили змінну методу під назвою area. Через це ми можемо використовувати область видимості всередині methodA, але не можемо використовувати її деінде.

Область циклу Коли ми оголошуємо змінну всередині циклу, вона має область циклу і доступна лише всередині циклу:

Ми бачимо, що цей метод iterationOfNames має змінну методу під назвою name. Цю змінну можна використовувати лише всередині циклу та не можна використовувати поза ним.

Змінна методу title усуває можливість знову отримати доступ до змінної класу title. Тому Джона Доу перевидають.

Зміна тіней і не є хорошою практикою. Краще використовувати префікс this для доступу до змінної класу title, наприклад this.title.

Проаналізувавши вищезазначене та всі інші можливості мови Java в цілому, ми вирішили обрати її як основний інструмент програмування при створенні функціональний програмне забезпечення програмне забезпечення до побудови спектральних масок передавача [40].

2.3 Вибір оптимальних засобів побудови та інтеграції спектральних масок передавачів РЕЗ

Параметри спектральних масок передавачів усіх радіотехнічних засобів, представлених на території нашої країни. Усі дані були записані у вигляді таблиці для загального використання Формат EXEL. це, примітивний з точки зору програмування, інструмент дозволяє некваліфікованому оператору додавати, видаляти або змінювати параметри RES без залучення системних

адміністраторів програмного забезпечення, системних програмістів або компаній-розробників [42].

Наступним кроком алгоритму створення спектральних масок передавачів для автоматизації процесу радіомоніторингу є перевірка правильності табличних значень, вибраних з нормативних документів. Для цього необхідно отримати графічне зображення спектральних масок і оцінити правильність побудови кожної з них.

Реалізація графічного відображення спектральних масок в автоматичному режимі можлива за умови створення спеціального програмного забезпечення. Який, згідно вимог, повинен виконувати наступні функціональні дії:

- простий інтерфейс для оператора;
- можливість використання таблиць EXCEL конкретного зразка;
- формування в інтерфейсі каталогу радіотехнологій і РЕЗ в кожній з них;
- Відображення спектральних масок передавачів РЕЗ;
- довідкова інформація для кожної маски під графічним зображенням;
- спосіб порівняння двох і більше масок;
- збереження отриманих масок у файл звітної інформації.

Структура програмного забезпечення згідно запропонованої специфікації має виглядати так (рис. 2.6):

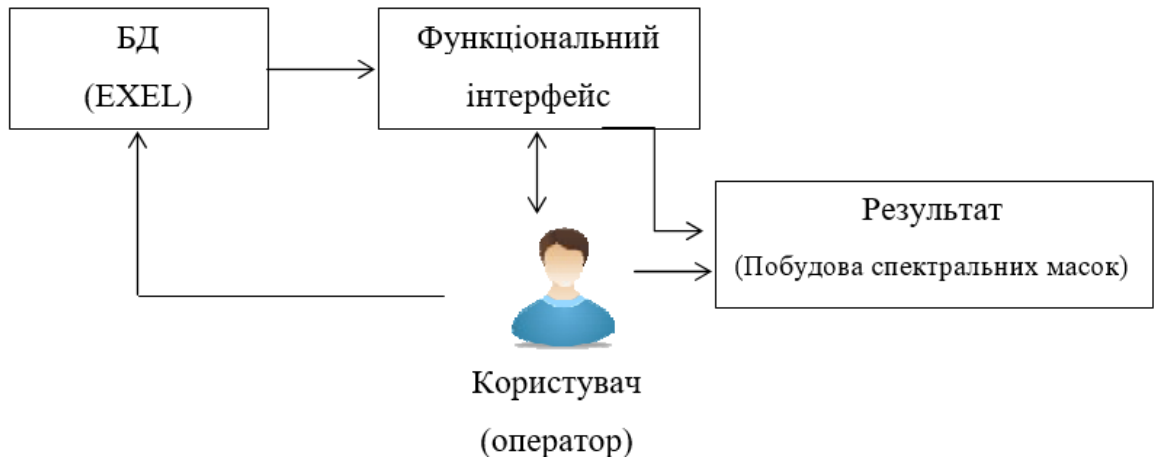


Рисунок 2.6 - Структура програмного забезпечення згідно запропонованої специфікації

Наступним кроком автоматизації процесу радіомоніторингу за допомогою спектральних масок є конвертація отриманих масок у машинний код специфічного зразка та інтеграція створеного файлу через існуючий інтерфейс програмного забезпечення SCAN EXPER розробленої французькою компанією для аналізаторів спектру Rohde & Schwarz.

Таким чином кінцевий алгоритм аналізу, обробки та систематизації даних, побудови, перевірки правильності, відображення та інтеграції спектральних масок передавачів можна представити наступним чином (рис. 2.7):

Для реалізації наведеного алгоритму згідно висунутих вимог до БД та ПЗ, а також до засобів інтеграції в аналізатори спектру було розроблено ПЗ сучасною мовою програмування[43].

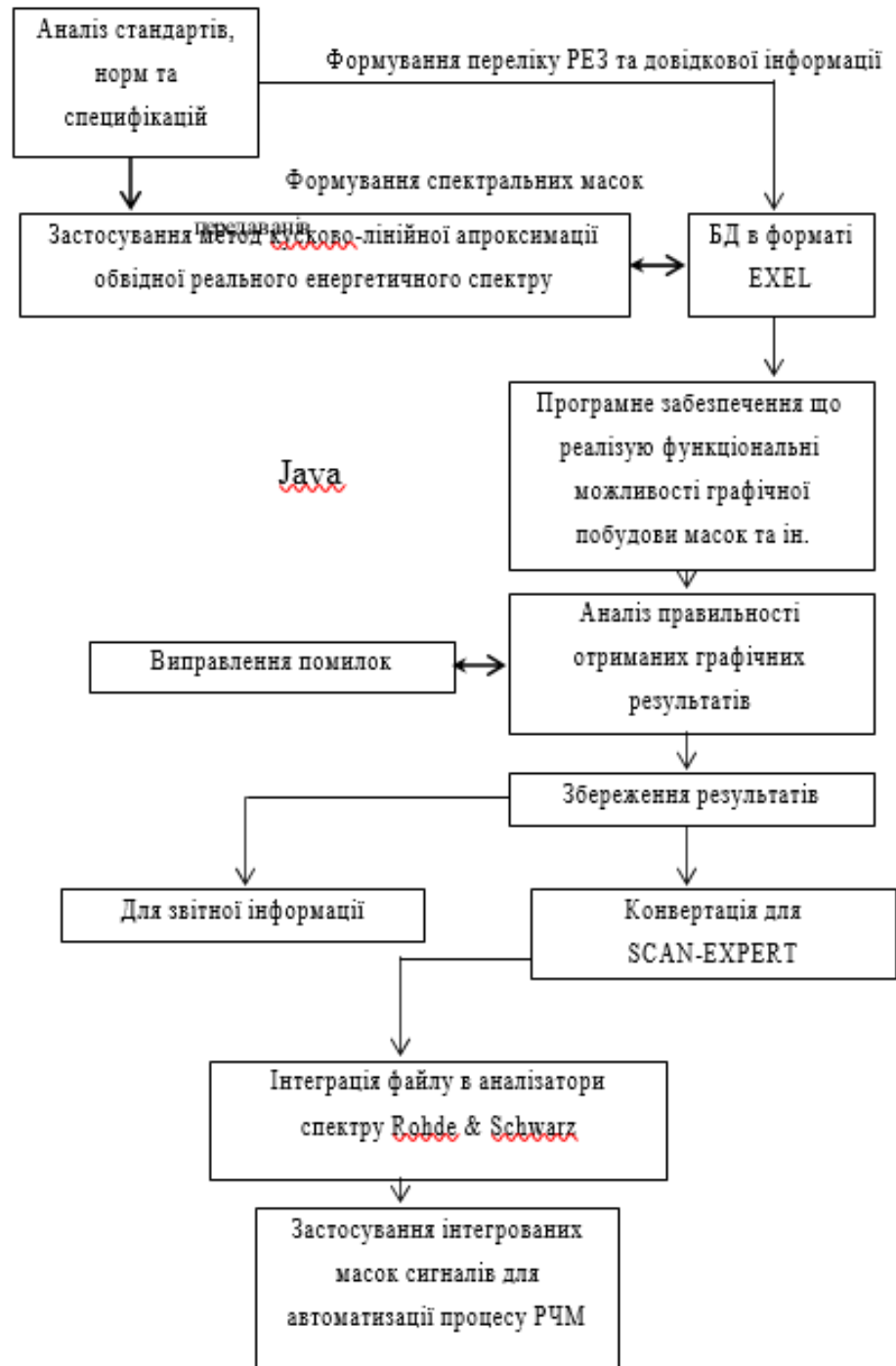


Рисунок 2.7 – Запропонований алгоритм автоматизації процесу радіомоніторингу з використанням спектральних масок передавачів

3 ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ МЕТОДІВ

3.1 Створення інформаційного базису спектральних масок передавачів

На основі аналізу та систематизації даних, згідно прийнятого рішення, було сформовано у табличному вигляді формату EXEL. В кінцевій версії табличного вигляду бази даних представлено вихідну інформацію для побудови спектральних масок у розробленому програмному забезпеченні, що включає в себе такі параметри як:

- ID – номер;
- кількість на території України ; - назва/тип РЕЗ;
- A/D;
- мінімальна частота;
- максимальна частота; - клас випромінювання; - позиційність;
- код:
- модуляція; - ПРД(-3дБ);
- ПРД(-30дБ);
- нормативні посилання;
- відхил частоти на рівні (дБ); - смуга (МГц);
- додаткова інформація з посиланнями на нормативні документи [45].

Для прикладу на рис. 3.1 представлена процедура формування спектральних масок передавачів РЕЗ згідно стандартів та бази даних користувачів ДП «УДЦР» в Україні для радіотехнології радіорелейного радіозв'язку, що експлуатується в діапазоні частот від 3,4 ГГц до 40,5 ГГц.

№п/п	ID	Код РЕЗ (файл) rec	Назва/тип РЕЗ	A/D	Вхідні дані РРС				Потен- ціаль	Код	Моду- ляція	Прис-3(МБ)	Прис-3(ФБ)	Нормативні посилання	
					Мін. част.	Макс. част.	Клас випром.	EN 302 217-2:2014						Вихідні частоти	
1	2385	201	9500 MPR 11	D	10700	11700	28M00D7V	4	PSK	QPSK	51	60	B2, 2, >32	2176нФ	
2	2386	8	9500 MPR 11	D	10700	11700	28M0G7V	4	PSK	QPSK	51	60	B2, 2, >32	2176нФ	
3	2623	1	9500 MPR 15	D	14400	15350	28M0D7V	4	PSK	QPSK	23.Лют		56	D2, 2, >32	2231нФ
4	2571	1	9500 MPR 18	D	17700	19700	13M8D7V	4	PSK	QPSK	8	36	D2, 2, >16	2296нФ	
5	2574	39	9500 MPR 18	D	17700	19700	27M5D7V	4	PSK	QPSK	28	36	D2, 2, >32	2296нФ	
6	2463	69	9500 MPR 18	D	17700	19700	27M5G7V	4	PSK	QPSK	28	36	D2, 2, >32	2296нФ	
7	2664	7	9500 MPR 18	D	17700	19700	55M0D7V	4	PSK	QPSK	60	120	D2, 2, >64	2296нФ	
8	2572	34	9500 MPR 38	D	37100	39400	14M0D7V	4	PSK	QPSK	8	40	E2, 2, >16	2591нФ	
9	2573	7	9500 MPR 38	D	37100	39400	28M0D7V	4	PSK	QPSK	28	64	E2, 2, >32	2591нФ	
10	2361	31	9500 MPR 38	D	37100	39400	56M0D7V	4	PSK	QPSK	51	72	E2, 2, >64	2591нФ	
11	2426	0	9500 MPR 8	D	7900	8400	28M0D7V	4	PSK	QPSK	28	36	B2, 2, >32	2126нФ	
12	2425	3	9500 MPR 8	D	7900	8400	28M0G7V	4	PSK	QPSK	28	36	B2, 2, >32	2126нФ	
13	1137	128	ALCATEL 9413 AWY	D	12750	13250	28M0D7V	128	QAM	128-QAM	26	34	D2, 5HB, >137	2599 нФ	
14	360	4	ALCATEL 9415 UX	D	14400	15350	7M00D7V	128	QAM	128-QAM	7	12	D2, 5H, >34	2130 нФ	

Через комерційну таємницю не можливо навести повну базу даних в цій роботі, а лише приклади для демонстрації ефективності формування та використання даних таким чином.

До базису також входить математичне модель (2.1) та сформована бібліотека національних та міжнародних нормативних документів, згідно яких, було проведено аналіз з посиланням на кожен з них для конкретного передавача РЕЗ та його спектральної маски.

3.2 Розробка програмного забезпечення на основі мови програмування Java

3.2.1 Інтерфейс розробленого програмного забезпечення та порядок його роботи

На основі табличних даних, сформованих за стандартами, створено базу даних спектральних масок та розроблено програмне забезпечення для їх побудови за математичною моделлю (2.1).

Технологія Java дозволила створити файл, який не потрібно встановлювати на ПК. Він встановлюється шляхом простого перенесення на електронний носій і з нього шляхом простого копіювання виконуваного файлу та файлу БД у форматі EXEL.

Щоб запустити розроблене програмне забезпечення, двічі клацніть лівою кнопкою миші виконуваний файл під назвою «spectrMASK-1.0-SNAPSHOT-jfx». Після запуску виконуваного файлу розробленого програмного забезпечення має відкритися діалогове вікно інтерфейсу для взаємодії з оператором [46].

Програмний код і параметри інструменту програмування наведені в Додатку А.

На рисунку 3.3 показано інтерфейс користувача програмного забезпечення, розробленого за допомогою засобів Java для побудови спектральних масок з бази даних у вигляді багаторівневого списку. Для доступу до бази даних натисніть кнопку «Відкрити», як показано на рис. 3.3. Потім у вікні, що відкриється, вказати потрібний файл бази даних і натиснути кнопку «Відкрити» (рис. 3.4).

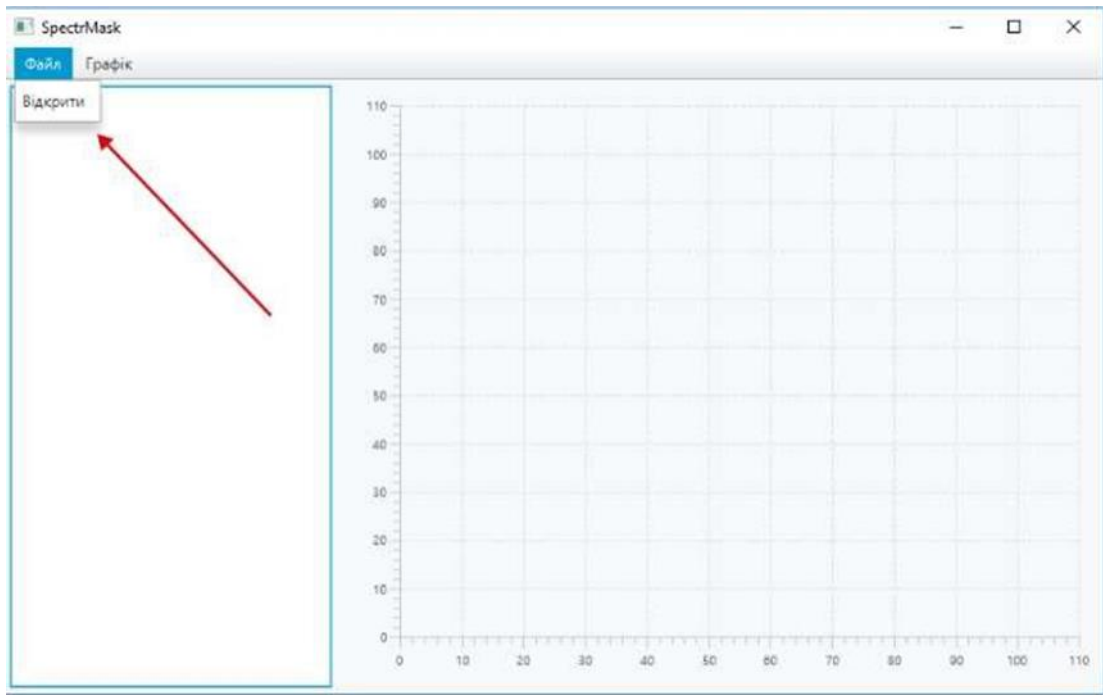


Рисунок 3.3 – Інтерфейс розробленого програмного забезпечення

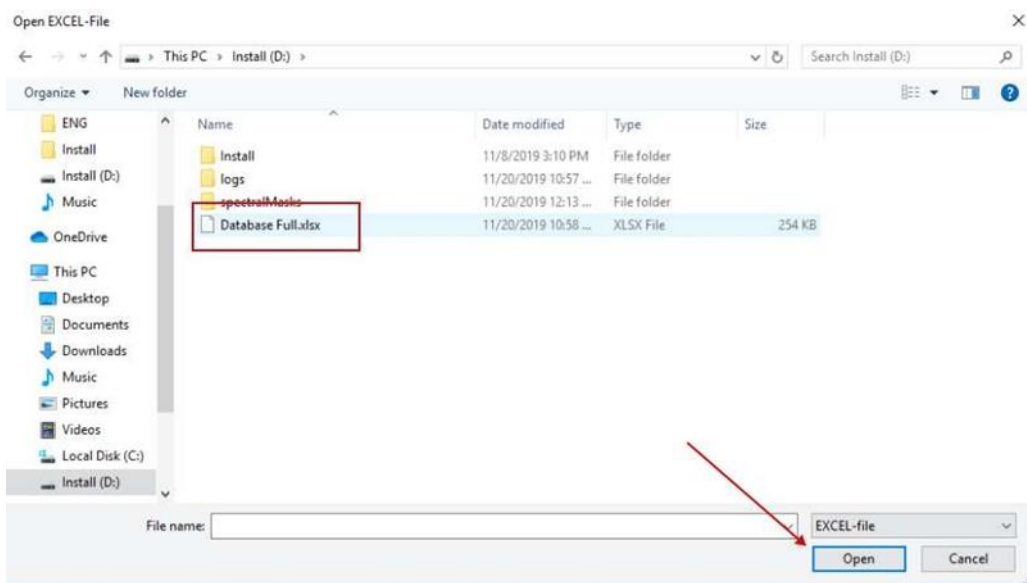


Рисунок 3.4 – Процес вибору БД для розробленого ПЗ

Програмне забезпечення з використанням інформації з БД дозволяє сформуванню динамічний перелік (рис 3.5) радіотехнологій для наочної і зручної роботи. На рисунку 3.6 зображено динамічний список радіотехнологій, обрану маску сигнали з випадаючого списку меню, графічне відображення обраної спектральної маски та її основні параметри підписом під графіком [49].

- РЕЗ широкосмугового радіодоступу (ШШРД) в діапазоні частот 1,35-6 ГГц;
- РЕЗ мультисервісного радіодоступу (MMDS) в діапазоні частот від 2,3 до 10,65 ГГц;
- РЕЗ Мультимедійний радіодоступ (МВДС) в діапазоні частот від 40,5 до 42,5 ГГц;
- РЕЗ цифрового мікрохвильового радіо в діапазоні частот від 3,4 ГГц до 40,5 ГГц;
- RES Digital Cellular Holiday CDMA-450 і CDMA-800; - РЕЗ цифрової бездротової телефонії (DECT);
- РЕЗ цифрового стільникового зв'язку GSM-900 і GSM-1800; - РЕЗ цифрового стільникового зв'язку IMT-2000 (UMTS);
- РЕЗ стандартів трансляції цифрового ефірного телебачення DVB-T та DVB-T2;
- Монтаж аналогового радіо;
- РЕЗ аналогового телевізійного мовлення;
- РЕЗ багатоканального ефірного телебачення і радіо; - РЕЗ аналогового короткохвильового радіозв'язку;
- передача даних по радіозв'язку РЕЗ;
- радіозв'язок РЕЗ з наземних і суднових станцій;
- РЕМ радіотелеметрії систем безпеки та протипожежного захисту; - РЕЗ радіолокаційної розвідки та забезпечення;
- РЕЗ радіотелеметрії та радіотелеконтролю; - РЕЗ від радіомаяків;
- РЕЗ цифрового та аналогового транкінгового радіозв'язку; - РЕЗ цифрового та аналогового УКХ радіозв'язку.

більшість номер види спектральний маски Канал

РЕЗ використовується в радіотехнологіях широкосмугового радіодоступу (408), радіорелейного зв'язку (610), аналогового УКХ-зв'язку (1520).

Щоб видалити робоче поле з вибраної маски, необхідно або вибрати наступну маску, яка нас цікавить, і видалити попередній запит до бази даних, або натиснути на пункт головного меню «Графіка – Видалити графіку», як показано на рис 3.7:



Рисунок 3.7 – Режим очистки графічного поля програмного забезпечення

Додатковим пунктом основного меню «Графік» є функція «Порівняти графіки». Для виконання цієї функції розроблено інструмент порівняння спектральних масок передавачів для експериментального оцінювання однотипних та різнотипних передавачів за допомогою їх спектральних масок та формування обґрунтованих рішень за рахунок порівняльного аналізу [53].

Щоб увімкнути режим порівняння спектральних масок передавачів РЕЗ необхідно натиснути пункт основного меню (рис. 3.8). Результат роботи в цьому режимі наведено на рисунку 3.9. На ньому зображено порівняння розроблених масок аналогового транкінгового зв'язку різним кольором.

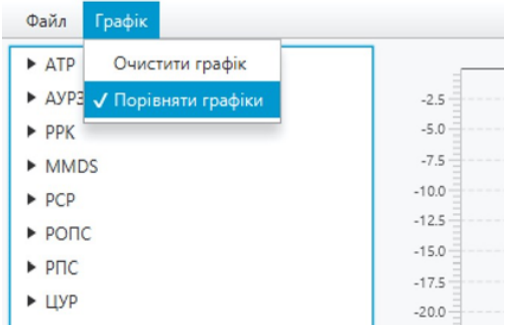


Рисунок 3.8 – Меню порівняння спектральних масок передавачів РЕЗ

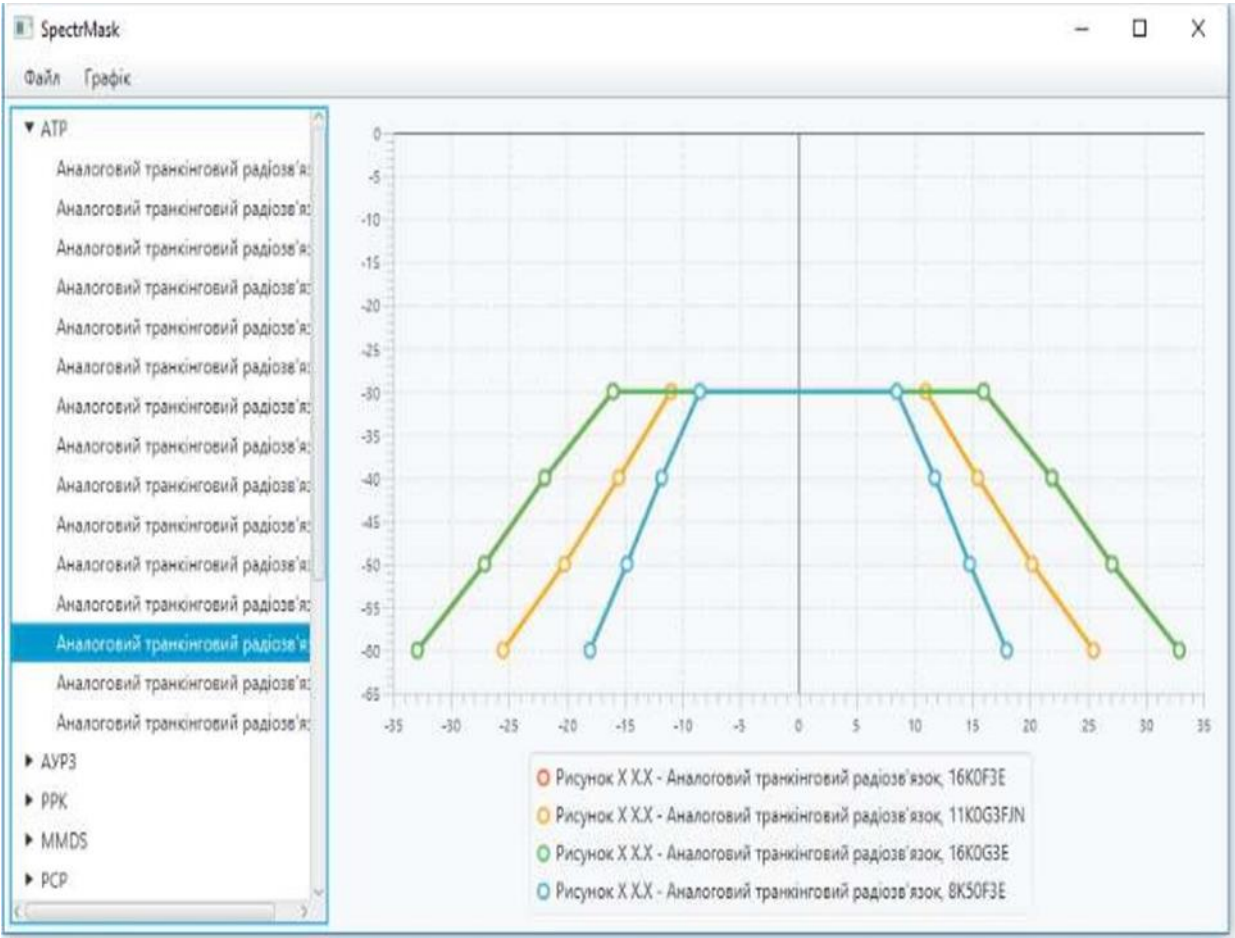


Рисунок 3.9 - Режим порівняння спектральних масок аналогових передавачів транкінгового зв'язку

Порівняльний графік різних радіотехнологій в хаотичному порядку обраних з БД з урахуванням різнотипності діапазону їх існування наведено на Рисунку 3.10:

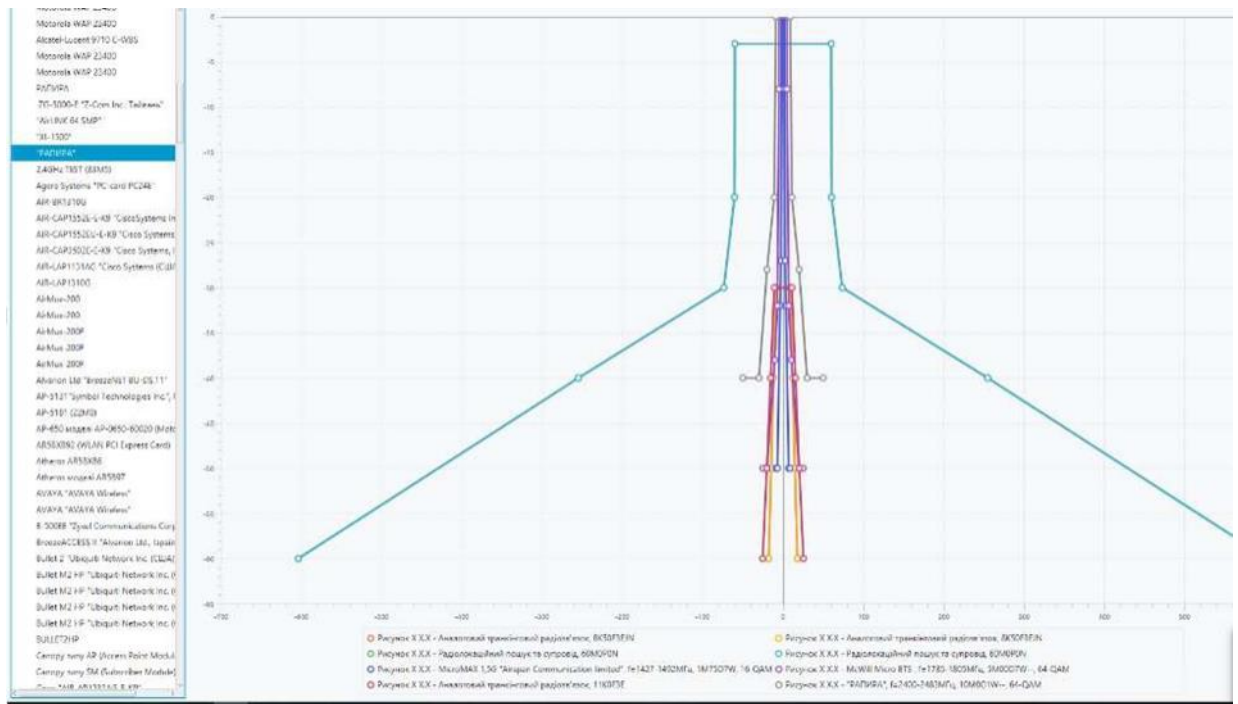


Рисунок 3.10 - Режим порівняння спектральних масок передавачів РЕЗ різних радіотехнологій

Кожна маска пофарбована окремим кольором, який дублюється під таблицею поруч із описом кожної з масок, щоб полегшити місцезнаходження користувача програмного забезпечення, яке виконує завдання аналізу [54].

Для визначення значення точки перегину графіка побудованих спектральних масок необхідно навести курсор маніпулятора типу «миша» на точку перегину, значення цього параметра відобразиться у спливаючому вікні. . вікно вгору. Також розроблено інструмент для збереження масок у файлі різних форматів.

3.3 Інтеграція спектральних масок передавачів у сучасні засоби радіомоніторингу

Розроблене програмне забезпечення поєднано з програмним забезпеченням для експериментальної перевірки відповідності розроблених спектральних масок реальному спектру радіовипромінювань передавачів РЕЗ.

Першим важливим кроком для початку інтеграції є підключення аналізатора спектру Rohde & Schwarz FSH-8 до персонального комп'ютера (ноутбук, планшет тощо). Для цього потрібно встановити з'єднання з ПК по локальній мережі або USB.

За допомогою багатофункціонального програмного забезпечення R&S FSH4View ви можете документувати результати вимірювань, створювати граничні лінії, таблиці каналів тощо. Програмне забезпечення постачається разом з аналізатором R&S FSH. Підключення до ПК можливе як через LAN, так і через USB. Основні кроки для налаштування з'єднання між R&S FSH і програмним забезпеченням R&S FSH4View перераховані нижче.

Перш ніж можна буде встановити з'єднання, програмне забезпечення R&S FSH4View має бути встановлено на ПК. Для цього необхідно вставити CD-R у пристрій для читання. Як тільки на екрані з'явиться меню автозапуску, виберіть пункт меню FSH4View і встановіть все необхідне для роботи відповідно до інструкцій на екрані [56].

Важливий момент: якщо з'єднання між програмним забезпеченням R&S FSH4View та аналізатором R&S FSH не встановлено, незважаючи на правильну конфігурацію, необхідно перевірити налаштування брандмауера на вашому ПК.

Пряме підключення до локальної мережі встановлюється наступним чином. По-перше, аналізатор R&S FSH необхідно підключити до ПК за допомогою кабелю локальної мережі. Інтерфейс LAN знаходиться на лівій стороні R&S FSH під захисною кришкою. Режим DHCP у R&S FSH активовано за замовчуванням. Для прямого підключення до R&S FSH необхідно вимкнути DHCP. Для цього потрібно виконати наступний алгоритм дій:

- Натисніть кнопку SETUP;
 - Натисніть функціональну клавішу НАЛАШТУВАННЯ ПРИЛАДУ;
- Відкривається список основних параметрів;

- Використовуйте поворотну ручку або клавіші зі стрілками (Ù або Ú), щоб вибрати пункт меню РЕЖИМ DHCP під заголовком LAN PORT і підтвердьте вибір, натиснувши ENTER.

- Виберіть ВИМК зі списку за допомогою поворотної ручки або клавіші зі стрілкою (Ù або Ú) і підтвердіть вибір, натиснувши ENTER.

Якщо послідовність дій була правильною, то режим DHCP буде вимкнено (рис. 3.5).

LAN Port	
MAC Address	00-11-43-48-72-91
DHCP	off
IP Address	172.76.68.24
Subnet Mask	255.255.255.0

Рисунок 3.5 - Режим роботи DHCP вимкнено

Щоб встановити з'єднання, IP-адреси, встановлені на ПК та на аналізаторі R&S FSH, мають бути ідентичними та відрізнятися лише числовим значенням після останньої крапки. Приклад (рис. 3.6):

IP-адреса ПК: 172.76.68.30

IP-адреса R&S FSH: 172.76.68.24

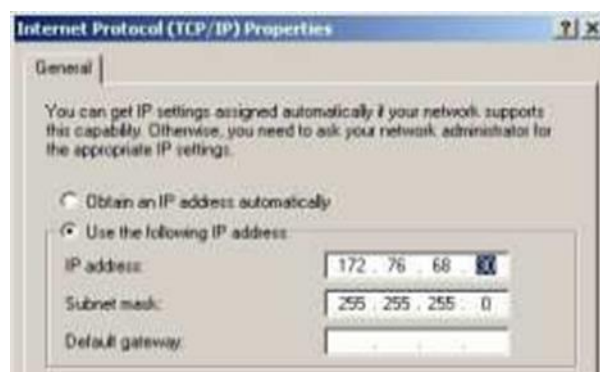


Рисунок 3.6 – Правильне налаштування параметрів підключення

Вибравши пункт меню IP-АДРЕСА зі списку під заголовком LAN PORT за допомогою поворотної ручки або клавіш зі стрілками (Ù або Ú), ви повинні підтвердити вибір, натиснувши ENTER. Коли вікно відкриється, ви повинні ввести IP-адресу пристрою R&S FSH (наприклад, 172.76.68.24) за допомогою цифрової клавіатури та підтвердити, натиснувши ENTER. Маски підмережі на ПК та на R&S FSH мають бути однаковими.



Рисунок 3.7 - Уніфікованість налаштувань маски підмережі

Для цього використовуйте поворотну ручку або клавіші зі стрілками (Ù або Ú), щоб вибрати пункт меню МАСКА ПІДМЕРЕЖІ зі списку під заголовком LAN PORT і підтвердьте свій вибір, натиснувши ENTER. Коли відкриється вікно цифр, введіть маску підмережі, яка використовується на ПК, напр. 255.255.255.0 і підтвердьте, натиснувши ENTER.

Для підключення через USB-кабель аналізатор R&S FSH має бути увімкнено. Підключіть R&S FSH до ПК за допомогою кабелю USB. USB-інтерфейс аналізатора R&S FSH розташований зліва під захисною кришкою.

При першому підключенні на екрані ПК з'являється стандартний майстер додавання нових пристроїв. Після того як ви вибрали «Встановити програмне забезпечення автоматично (рекомендовано)», ви повинні підтвердити свій вибір кнопкою «Далі» [58].

На цьому етапі необхідно, щоб на ПК було встановлено програмне забезпечення R&S FSH4View. Тільки в цьому випадку майстер установки апаратного забезпечення знайде необхідні драйвери для USB-підключення.

Через кілька секунд майстер встановлення повідомить вам, що програмне забезпечення для нового обладнання встановлено. Завершіть установку, натиснувши кнопку «Готово».

У списку мережевих підключень з'явиться нове підключення до локальної мережі з назвою пристрою «RS USB Remote NDIS Network Device». Для цього підключення до локальної мережі ПК має бути призначено фіксовану IP-адресу та маску підмережі. Аналізатор R&S FSH використовує фіксовану IP-адресу 172.16.10.10 для підключення USB. Маска підмережі – 255.255.0.0. Маска підмережі має збігатися як на ПК, так і на R&S FSH. Останні дві цифри IP-адреси ПК мають відрізнятися від останніх цифр указаної IP-адреси R&S FSH.

Після встановлення USB-з'єднання з IP-адресою та встановлення з'єднання з R&S FSH у стабільному режимі алгоритм завершується натисканням кнопки «Підключити» [59].

Щоб налаштувати програмне забезпечення R&S FSH4View на вашому комп'ютері або іншому пристрої, необхідно виконати кілька простих кроків. Після запуску R&S FSH4View на ПК (рис. 3.8) у діалоговому вікні необхідно вибрати вкладку LAN. Потім створіть нове підключення до мережі за допомогою кнопки ДОДАТИ. Після введення назви нового мережевого підключення у відкритому вікні (наприклад, R&S FSH4) та IP-адреси R&S FSH у відповідному полі введення (тут 172.76.68.24), ви повинні підтвердити, натиснувши кнопку ОК.

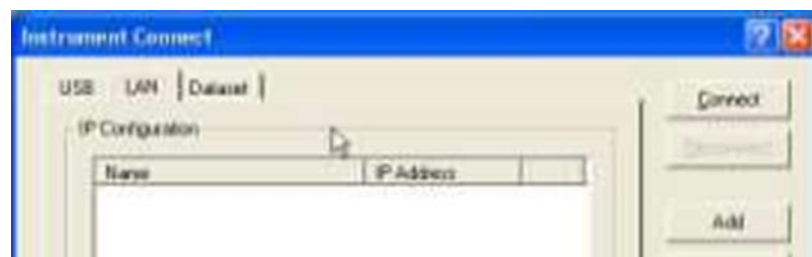


Рисунок 3.8 – Вікно R&S FSH4View

Після виконання наведеної інструкції підключення буде налаштовано та з'явиться у вікні КОНФІГУРАЦІЯ IP (рис. 3.9).



Рисунок 3.9 – Вікно КОНФІГУРАЦІЯ IP

IP-адресу R&S FSH можна призначити сервером DHCP встановити автоматично або вручну (як фіксовану адресу). У разі призначення вручну аналізу R&S FSH необхідно призначити фіксовану IP-адресу та маску підмережі, як описано в розділі Пряме підключення до локальної мережі. Після цього його слід встановити на R&S FSH4View [61].

У мережах із сервером DHCP (рис.3.10) протокол динамічної конфігурації хоста (DHCP) дозволяє автоматично призначати параметри R&S FSH, підключеного через кабель локальної мережі. Для цього в R&S FSH має бути активовано DHCP.

LAN Port	
MAC Address	00-11-43-48-72-91
DHCP	on
IP Address	10.114.10.83
Subnet Mask	255.255.255.0

Рисунок 3.10 - Режим DHCP увімкнено

Режим DHCP у R&S FSH активовано за замовчуванням. Якщо налаштування змінено, існує простий алгоритм відновлення налаштувань за замовчуванням.

IP-адресу аналізатора R&S FSH тепер призначає сервер DHCP. Це може зайняти кілька секунд. Пізніше значення з'являться в полях IP-АДРЕСА та МАСКА ПІДМЕРЕЖІ під заголовком LAN PORT.

До Завантажити маски в аналізатор спектр до

Щоб виконати автоматичну перевірку, відкрийте в головному вікні розділ «Стандартна перевірка» меню «Інструменти». Вікно зліва показує папки на пристрої. Необхідно вибрати папку «Стандарти». У правій частині виберіть папку на комп'ютері, де знаходяться всі маски, і скопіюйте всю папку на пристрій.

Виконавши ці найпростіші дії з копіювання готових сигнальних масок, аналізатор спектру можна відключити від комп'ютера. Всі розроблені та попередньо збережені маски зберігаються в пам'яті самого аналізатора спектру

Наступним кроком є порівняння збереженої маски з вимірним випромінюванням, що було кінцевою метою всієї роботи.

Вимірювання спектральної емісійної маски SEM (Spectrum Emission Mask) — це метод виявлення інтерференційних випромінювань або інтермодуляційних компонентів сигналу. Під час вимірювання SEM в приладі R&S FSH сигнал перевіряється на певний стандарт за допомогою спектральної маски. Таким чином, пристрій R&S FSH містить попередньо визначені спектральні маски випромінювання для різних стандартів зв'язку.

Однак ви можете використовувати програмне забезпечення R&S FSH4View, щоб установити власні спектральні маски для вимірювань у діапазонах частот, відмінних від стандартних.

Натискання клавіш MEAS і функціональної клавіші «Meas Mode» відкриває меню для функцій вимірювання. У цьому меню потрібно вибрати пункт «Спектр». Слід зазначити, що частотний діапазон вимірювання струму залежить від початкової та кінцевої частот, встановлених у R&S FSH. Таким чином, можна отримати правильні результати вимірювань, лише якщо діапазони частот SEM знаходяться в межах поточного поля зору приладу R&S FSH [63].

На рисунку 3.11 показано знімок екрана аналізатора спектру зі спектральною маскою (лінійно апроксимованою огинаючою), розробленою з бази даних і реального сигналу випромінювання передавача (БС) базової станції WLAN в діапазоні частот 2,4 - 2,4835 ГГц.



Рисунок 3.11 – Екран аналізатора спектру Rohde & Schwarz FSH-8

Основне випромінювання БС ідеально вписується в розроблену спектральну маску. Однак на сусідньому каналі випромінювання БС перевищує допустимий рівень і може створювати перешкоди. Отже, використання спектральних масок дозволяє контролювати випромінювання РЕЗ в автоматизованому режимі та виявляти порушення у використанні радіочастотного ресурсу [64].

Кілька масок було інтегровано для перевірки та отримано результати, подібні до попереднього випадку. Результати експерименту наведені на рисунку 3.12.



Рисунок 3.12 – Результати експерименту

Таким чином можна зробити висновки про правильність і доцільність впровадження дослідження розрахунки і авторизувати алгоритм дій в запропонованому вигляді.

ВИСНОВКИ

З проведеного аналізу можна зробити висновок, що спектральна маска випромінювань - зручний спосіб перевірки пристрою на відповідність стандартам. У міру збільшення робочих частот органам технічного регулювання буде потрібно випускати нові стандарти, що забезпечують надійну роботу бездротових мереж наступного покоління.

Для вимірювань параметрів спектра електромагнітних випромінювань пристроїв міліметрового діапазону необхідні швидкі і високочутливі прилади.

На теперішній час в Україні не використовується автоматизована система порівняння дотримання параметрів рідовипромінювань передавачів тому обрана тема роботи є актуальною.

Провівши порівняльний аналіз сучасних засобів програмування було обрано оптимальну за функціональність до потреб та сучасну мову програмування JavaScript. Її використання дозволило реалізувати всі заявлені функціональні можливості на високому рівні.

В роботі отримані такі основні результати:

1) згідно з «Планом використання радіочастотного ресурсу України» узагальнені вимоги базових і основних загальних стандартів на технічні параметри передавачів 22 основних цифрових та аналогових радіотехнологій і розроблені спектральні «маски» класів їх радіовипромінювань;

2) у відповідності з розробленими спектральними «масками» класів радіовипромінювань за даними бази частотних присвоєнь ДП «УДЦР» створено у табличному вигляді інформаційний базис з даними щодо параметрів спектральних масок радіовипромінювань і допустимих значень відхилення присвоєних частот по кожному із типів РЕЗ;

3) Розроблено базу даних інформаційного базису, алгоритм і спеціалізоване програмне забезпечення автоматизованого формування спектральних масок у графічному вигляді.

4) Розроблено алгоритм автоматизованої інтеграції масок передавачів у аналізатори спектру, що використовуються радіочастотними органами України.

Використання спектральних масок передавачів інтегрованих в аналізатори спектру дозволить автоматизувати процес перевірки дотримання параметрів радіовипромінювань передавачів РЕЗ. Для наведених прикладів результати роботи дозволять автоматизувати процес радіомоніторингу РЕЗ цифрових та аналогових радіотехнологій.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. План використання радіочастотного ресурсу України, затв Постанова Кабінету Міністрів України від 6 вересня 2006 р. № 815. Бюлетень НКРЕКП (Офіційне видання). К.: № 6(7) червень 2006. 174 с.
2. Інструкція по радіоуправлінню. Женева: ITU-R, видання 1995-2002. 3. Слободянюк П.В., Бладгорний В.Г. радіомоніторинг: вчора, цього ранку (теорія і практика побудови системи радіоспостереження) / Під заг. ред П.В.Слободянюк. – Прилуки: Видавництво «Айр – Поліграф», 2010. 296 с.
3. Технічні умови інтерфейсів телекомунікаційних мереж загального користування, через які повинні надаватися послуги Затверджено заступником Голови Державної служби спеціального зв'язку та захисту інформації України 30 грудня 2013 року.
4. План використання радіочастотного ресурсу України // Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 9 червня 2006 р. № 815.
5. Стандарти 19-13 Стандарти щодо ширини смуги радіочастот і позасмугових випромінювань цивільних радіопередавачів; Київ, 2013.
6. ITU-R M.1823 Rec.1 / ITU-R M.1823 Рекомендація Технічні та експлуатаційні характеристики цифрових сухопутних мобільних стільникових систем зв'язку для використання в дослідженнях із розділенням частот (ITU-R 1/8 та ITU-R 7/8) Видання) (2007) (Опис стандарту CDMA)
7. Реєстр радіоелектронних засобів та випромінювальних пристроїв, які можуть використовуватися на території України в смугах радіочастот загального користування Редакція 2016-19
8. Стандарти 17-13 Радіопередавачі всіх категорій цивільного призначення Вимоги до частотних допусків. Київ, 2013. 24 с.

9. ITU-R M.1457-13 //ITU-R M.1457-13 РЕКОМЕНДАЦІЯ // Детальні характеристики наземних радіоінтерфейсів International Mobile Телеком-2000 (IMT-2000) (2000-2001-2004-2005-2006-2007-2009-2010-2011-2013-2015-2017). ITU 2017
10. Рекомендація ITU-R M.1581- (02/2014) // Загальні характеристики небажаних випромінювань від мобільних станцій, що використовують наземні радіоінтерфейси IMT-2000 / Серія М Стільникові служби, радіолокаційні служби, аматорські служби та пов'язані супутникові служби
11. Кінгслі-Х'ю К.Е. JavaScript 1.5: Інструкція / К.Е. Кінгслі Х'ю. -М.: Харків, 2013. 272 с.
12. Negrino JavaScript для початківців / Negrino, Т. 3, №. - М.: Вогні, 2013. 544 с.
13. ETSI EN 300 744 V1.6.1 (2009-01) Європейський стандарт (серія телекомунікацій) //Цифрове відеомовлення (DVB); Структура кадру, кодування каналів і модуляція цифрового ефірного телебачення
14. ETSI TS 102 831 V1.1.1 (2010-10) Технічна специфікація // Цифрове відеомовлення (DVB); Інструкції щодо впровадження системи передачі цифрового наземного телебачення другого покоління (DVB-T2)
15. Рекомендація ITU-R BT.1206-3 (04/2016) // Маски обмеження спектру для цифрового наземного телевізійного мовлення // Серія BT Broadcasting Service (TV)
16. Рекомендація ITU-R BT.1306-7 (06/2015) // Виправлення помилок, кадри даних, модуляція та методи передачі для наземної цифрової телевізійної передачі // Послуга мовлення серії BT (телебачення)
17. Рекомендація ITU-R SM.1541-6 (08/2015) // Небажані випромінювання в зоні OoB // Управління спектром серії SM
18. ETSI EN 302 755 V1.2.1 (2011-02) Європейський стандарт // Цифрове відеомовлення (DVB); Канальне кодування та модуляція кадрової

структури для системи передачі цифрового наземного телебачення другого покоління (DVB-T2)

19. Рекомендація ITU-R SM.328-11 // Спектри та смуги випромінювання (Питання ITU-R 222/1)
20. Рекомендація ITU-R SM.1138-2 // Визначення необхідного діапазону з прикладами для його розрахунку та відповідними прикладами для маркування викидів
21. ГОСТ 7845–92 // Система телевізійної передачі. основні параметри. методи вимірювання
22. ДСТУ 3837-99 // Т-во. Система аналогового телевізійного мовлення відрізняється високою наочністю. Основні параметри методу Вимірювання
23. EN 300 748 V1.1.2 (1997-08) // Цифрове відеомовлення (DVB); Багатоточкові системи розподілу відео (MVDS) на 10 ГГц і вище
24. Рекомендація ITU-R SM.1792 // Вимірювання випромінювання бічної смуги від передавачів T-DAB і DVB-T для цілей моніторингу
25. Заключні документи Регіональної конференції радіозв'язку щодо планування служби цифрового наземного мовлення в частинах регіонів 1 і 3 у діапазонах частот 174-230 МГц і 470-862 МГц (RRC-06)
26. ГОСТ 12252-86 Радіостанція наземної рухомої служби кутової модуляції
27. П.В. Слободянюк, В.Г. Благодарний, В.С. Ступак. Довідник з радіомоніторингу: довідник, Харків, 2008. 588 с.
28. П. В. Слободянюк, В. Г. Благодарный. Радиомониторинг: вчера, сегодня, завтра: Прилуки, 2010. 296 с.
29. Смоленцев Н.К. Основы теории вейвлетов. М., 2008. 448 с.
30. Про затвердження Технічного регламенту радіообладнання і телекомунікаційного кінцевого (термінального) обладнання: наказ Міністерства від 24 червня 2009 р. № 679.
31. План використання радіочастотного ресурсу України: затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 9 червня 2006 р. № 815.

32. Норми на ширину смуги радіочастот та позасмугових випромінювання радіопередавачів цивільного застосування: від 24 травня 2013 р № 13-18-03.
33. Закон України «Про радіочастотний ресурс України» від 01.06.2000 № 1770-III.
34. Довідник з радіомоніторингу: довідник, 2008. 588 с. URL:
35. Новиков Л.В. Основы вейвлет-анализа сигналов: учебное пособие, 1999. 152 с.
36. Автоматизована система радіочастотного моніторингу у смугах радіочастот загального користування: веб-сайт. URL: <http://www.kdpu-nt.gov.ua/uk/content/avtomatyzovana-systema-radiochastotnogo-monitoryngu-u-smugah-radiochastot-zagalnogo> (дата звернення: 12.03.2022).
37. Радіомоніторинг: стаття, URL: https://www.ucrf.gov.ua/storage/app/sites/1/history/ucrf_history_06.pdf (дата звернення: 02.02.2022).
38. Chui C.K. Wavelets: A Mathematical Tool for Signal Analysis. / Society for industrial and applied mathematics. Philadelphia, 1997. 210 p.
39. Іваненко С.А. Визначення незайнятих частотних каналів у когнітивних радіомережах методами виявлення та розпізнавання сигналів в умовах апіорної невизначеності: дис. кандидата тех. наук: 05.12.17 / ХНУРЕ. Харків, 2019. 156 с.
40. В.О. Ковшар Оцінювання ефективності функціонування регіональних підсистем радіомоніторингу з контролю використання радіочастотного ресурсу: дис. кандидата тех. наук: 05.12.17 / ХНУРЕ. Харків, 2021. 166 с.
41. Shumin Zhou. Comparison between non-stationary Signals Fast Fourier Transform. and Wavelet Analysis. Wuhan, 2009. С. 128-129.
42. Залманзон Л. А. Преобразование Фурье, Уолша, Хаара и их применение в управлении, связи и других областях: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. 496 с.
43. Закон України "Про телекомунікації" від 18.11.03 №1280-IV.

44. Рекомендація ITU-R.SM.1050. Завдання служби радіомоніторингу: веб-сайт. URL: http://www.rcc.org.netcat_files/874/1100/h_ca322379983ad030eb27c48255e3b0f2 (дата звернення: 12.12.2021).
45. Gade Svend. Non-stationary signal analysis using wavelet transform, shorttime Fourier transform and Wigner-Ville distribution. 1996. №2. 28 p.
46. Jaffard Stéphane. Wavelets: tools for science & technology / Stéphane Jaffard, Yves Meyer, Robert Dean Ryan. – Philadelphia: Society for Industrial Mathematics, 2001. 256 p.
47. Б.В. Перелигін Т.Б. Ткач С.А. Гор'єв Спектрально-часовий аналіз даних моніторингу: навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2018. 121 с. URL: http://eprints.library.odeku.edu.ua/688/1/PerelyginBV_TkachTB_GorjevSA_Spekt6ralno-chasovy_analis_danyh_monitoringa_2018.pdf (дата звернення: 20.01.2022).
48. ГОСТ 12252-86 Радіостанція наземної рухомої служби кутової модуляції
49. Рекомендація ITU-R M.489-2 Технічні характеристики УКХ-радіотелефонів, що працюють у каналах з розносом 25 кГц у морській мобільній службі
50. Сигнали з кутовою модуляцією / <http://www.dsplib.ru/content/pmfm/pmfm.html> (дата звернення: 20.05.2022).
51. Мікрохвильова інтегрована інформаційна система телефонії мультисервісного радіодоступу "UMDS" ТУ У32.2-19123337-018-2012
52. Інтегрована мікрохвильова інформаційна система телефонії мультисервісної системи «МІТРІС-2011» ТУ У 32.2-19123337.01
53. Сертифікат відповідності телерадіоінформаційної системи «ТРС-ТРОФІ» № UA1.030.0008158-11 серії ВВ від 28.01.2011р.
54. Проект ETSI EN 300 113-1 V1.6.1 (2006-08) Європейський стандарт (серія телекомунікацій) Питання електромагнітної сумісності та радіоспектру (ERM); наземна рухома служба; Радіообладнання для передачі Дані (та/або

голос) із постійною або непостійною модуляцією обвідної та з роз'ємом антени; Частина 1: Технічні характеристики та методи вимірювання

55. Проект ETSI EN 300 086-1 V1.3.1 (2007-12) Європейський стандарт (серія телекомунікацій) Електромагнітна сумісність і питання радіоспектру (ERM); наземна рухома служба; Радіообладнання з внутрішнім або зовнішнім радіочастотним роз'ємом, призначене переважно для аналогової мови; Частина 1: Технічні характеристики та методи вимірювання
56. ETSI EN 300 390-1 V1.2.1 (2000-09) Європейський стандарт (серія Telecom) Електромагнітна сумісність і питання радіоспектру (ERM); наземна рухома служба; Радіопристрої для передачі даних (і голосу) з вбудованою антеною; Частина 1: Технічні характеристики та умови випробувань
57. ОJ 4184:2003 Радіостанції з кутовою модуляцією сухідної рухомої служби / Класифікація. Загальні технічні вимоги. Методи вимірювання. Київ. Держспоживстандарт України. 2004. 60с.
58. Рекомендація МСЭ-R М.493-14 (09/2015) Система цифрового вибору виклику для використання в морській рухомій службі Серія М Подвижні служби, служба радіовизначення, любительська служба та зв'язані з ним супутникові служби
59. Рекомендація ITU-R SM.1045-1 (07/1997). Частотний допуск передавачів. Серія SM. управління спектром
60. Технічна специфікація ETSI GSM GSM 05.05. Березень 1996 року версія 5.0.0 Цифрова стільникова телекомунікаційна система (Фаза 2+); Радіопередача та прийом (GSM 05.05)
61. ETSI TS 100 912 V8.4.0 (2000-08) Цифрова стільникова телекомунікаційна система (Фаза 2+); Синхронізація радіопідсистеми (GSM 05.10 Version 8.4.0 Release 1999)
62. ETSI TS 125 104 V11.3.0 (2012-10) Універсальна мобільна телекомунікаційна система (UMTS); Базова станція (BS) радіопередачі та прийому (FDD) (3GPP TS 25.104 версія 11.3.0 випуск 11).

63. ETSI EN 300 392-2 V2.3.2 (2001-03) Європейський стандарт (Серія телекомунікацій) Наземне транкінгове радіо (TETRA); голос плюс дані (V+D); Частина 2: Повітряний інтерфейс (AI)
64. ETSI TS 102 361-1 V1.2.1 (2006-01) Технічна специфікація Електромагнітна сумісність і питання радіоспектру (ERM); цифрові мобільні радіосистеми (DMR); Частина 1: Протокол повітряного інтерфейсу (AI) DMR
65. Технічний регламент «Цифрове телебачення. Системи, основні параметри та методи вимірювання» РТ 38370700-003:2009
66. Міжнародний союз електрозв'язку: «Заключний акт Регіональної конференції радіозв'язку з планування служби цифрового наземного мовлення в частинах регіонів 1 і 3 у діапазонах частот 174–230 МГц і 470–862 МГц (RRC-06) ».
67. Гаєвський А.Ю. 100% інструкція. Створення веб-сторінок і сайтів. HTML і JavaScript / А.Ю. Гаєвський, В.А. Романовський. - М.: Наука, 2015. 464 с.