

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АЕРОНАВІГАЦІЇ ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОНІКИ, РОБОТОТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
МОНІТОРИНГУ ТА ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри

_____ Шутко В.М.

«_____» _____ 2020 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

ЗДОБУВАЧА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА
ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 171 «ЕЛЕКТРОНІКА»
ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЇ ПРОГРАМИ
«ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ»

Тема: «Ідентифікація сигналів по їх спектральному відображенні»

Виконавець студент ЕС-207М _____ Овчаренко Євгеній Олександрович

Керівник доцент _____ Задорожний Роман Олександрович

Консультант розділу «Охорона праці» _____ Козлітін О.О

Консультант розділу

«Охорона навколишнього середовища» _____ Маджд С.М.

Нормоконтролер _____ Синіцин Р.Б.

КИЇВ 2020

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АЕРОНАВІГАЦІЇ, ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОНІКИ, РОБОТОТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
МОНІТОРИНГУ ТА ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

Спеціальність 171 «Електроніка»

Освітньо-професійної програми «Електронні системи»

Освітній ступінь «МАГІСТР»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідуючий випускової кафедри

_____ Шутко В.М.

«___» _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ на виконання дипломної роботи

Овчаренка Євгенія Олександровича

- 1. Тема дипломної роботи :** «Ідентифікація сигналів по їх спектральному відображенні» затверджена наказом ректора від «02» жовтня 2020 р. № 1900/ст
- 2. Термін виконання роботи :** з 5 жовтня 2020 року по 27 грудня 2020 року.
- 3. Вихідні дані до роботи :** технології визначення сигналу за спектральним зображенням.
- 4. Зміст пояснювальної записки:** реферат, вступ, 4 розділи, охорона праці, охорона навколишнього середовища висновки, список використаних джерел.

5. Перелік обов'язкового ілюстративного матеріалу: графічне представлення результатів дослідження.

6. Календарний план-графік

Етапи виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів	Примітка
Пошук та обробка літератури про визначення сигналів	16.10.20 - 22.10.20	Виконано
Огляд науково – технічної літератури на тему визначення сигналів за їх спектральним відображенням	23.10.20 - 26.10.20	Виконано
Дослідження існуючих технологій та методів	37.10.19 - 04.11.20	Виконано
Вибір необхідних методик для дослідження	17.11.20 - 20.11.20	Виконано
Розробка алгоритмів дослідження	20.11.20 - 25.11.20	Виконано
Аналіз отриманих даних	25.11.20 - 30.11.20	Виконано
Оформлення електронного варіанту	01.12.20	Виконано
Оформлення пояснювальної записки. Усунення недоліків.	02.12.20	Виконано
Електронна версія доповіді, Презентація доповіді	08.12.20	Виконано

7. Консультанти з окремих розділів:

Назва розділу	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата		Підпис
		Завдання видав	Завдання прийняв	
Охорона праці	Старший викладач Козлітін Олексій Олександрович			

Охорона навколишнього середовища	Професор, д.т.н. Маджд Світлана Михайлівна			
--	---	--	--	--

8. Дата видачі завдання: « ____ » _____ 2020 року

Керівник дипломної роботи: _____ Сініцин Р.Б.

Завдання прийняв до виконання: _____ Овчаренко Є.О

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Ідентифікація сигналів по їх спектральному відображенні»: 85 сторінок, 21 рисуноків, 19 таблиць, 23 літературних джерел

Мета даної роботи – виконати визначення сигналів по їх спектральному відображенні, дослідження методики та можливостей ідентифікації сигналів по їх спектральному відображенні.

Об'єкт дослідження – методи визначення сигналів радіохвильового діапазону відповідно до їх спектрів.

Предмет дослідження – алгоритм визначення сигналів відповідно до їх спектральних зображень.

Методологічна база дослідження ґрунтується на основі методів дослідження сигналів.

Виконано роботу по визначенню сигналів відповідно до їх спектральних зображень

Розділ 1 прив'ячено ознайомленню з науковою базою, в галузі радіотехнологій.

В розділі 2 описано алгоритм аналізу, класифіковано види технічних засобів та радіотехнологій

Здійснено опис методів, щодо роботи з спектрами сигналів та проведено розрахунки, для налаштування аналізаторів спектру

Розділ 3 містить огляд та розрахунки спектрів сигналів радіодіапазону.

В розділі 4 описано умови праці та шкідливі чинники які впливають на дослідника під час виконання дипломної роботи.

Розділ 5 описує шкідливі впливи які здійснюють радіотехнології та електромагнітне випромінювання на навколишнє середовище. Також наведені математичні розрахунки даних впливу.

СПЕКТР СИГНАЛУ, АНАЛІЗАТОР СПЕКТРУ, СПЕКТРАЛЬНИЙ АНАЛІЗ, РАДІО-ЧАСТОТНИЙ РЕСУРС, СПЕКТРАЛЬНЕ ВІДОБРАЖЕННЯ.

ЗМІСТ

<u>ВСТУП</u>	8
<u>Розділ 1. Загальні поняття, класифікація технічних засобів отримання спектрального зображення сигналів, радіочастотний ресурс</u>	9
<u>1.1 Поняття радіо</u>	9
<u>1.2 Передача радіохвиль</u>	10
<u>1.3 Радіо-частотний ресурс</u>	17
<u>1.4 Використання радіочастотного ресурсу в Україні</u>	20
<u>1.5 Висновки</u>	29
<u>Розділ 2. Проведення аналізу спектрів за допомогою аналізаторів спектру, налаштування аналізаторів спектру</u>	30
<u>2.1 Класифікація та види аналізаторів спектрограму</u>	30
<u>2.2 Налаштування аналізатора спектру</u>	38
<u>2.3. Дослідження сигналів за допомогою аналізатора спектра</u>	42
<u>2.4 Висновки</u>	44
<u>Розділ 3. Визначення сигналів по їх спектральному відображенні</u>	45
<u>3.1 Визначення спектру сигналів</u>	45
<u>3.2 Розрахунок повної енергії сигналів</u>	51
<u>3.3 Висновки</u>	53
<u>Розділ 4. Охорона праці</u>	54
<u>4.1 Вступ</u>	54
<u>4.2 Аналіз умов праці на робочому місці суб'єкта дипломної роботи</u> <u>Організація робочого місця суб'єкта ДР</u>	54

<u>4.3 Розрахункова частина</u>	62
<u>4.4 Висновок</u>	65
<u>Розділ 5. Охорона навколишнього середовища</u>	67
<u>5.1. Аналіз впливу радіовипромінювання та електромагнітного випромінювання на навколишнє середовище</u>	67
<u>5.2. Аналіз основних джерел впливу радіохвиль і електромагнітного випромінювання та наслідків їх впливу на людину та навколишнє середовище</u>	70
<u>5.3. Рекомендації, щодо зниження впливу шкідливих чинників радіохвиль та електромагнітного випромінювання на людину та навколишнє середовище</u>	74
<u>5.4 Висновки</u>	79
<u>ВИСНОВКИ</u>	81
<u>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ</u>	82
<u>СПИСОК СКОРОЧЕНЬ</u>	85

Вступ

Вже багато часу, різні радіотехнології служать на благо людства, водни роблять наше життя зручнішим. Їх розвиток дав нам змогу швидко обмінюватись інформацією на великих відстанях, дистанційно керувати різними пристроями, досліджувати та пізнавати світ. Та зі збільшенням кількості радіотехнологій необхідним стало врегулювання радіочастотного ресурсу, по причині його обмеженості, для узгодженості одних з іншими, та недопущенню негативного впливу та збоїв в роботі радіотехнологій.

Проаналізувавши закони та норми управління радіочастотним ресурсом України, праила и та заходи, що до радіотехнологій можна зробити висновок, про необхідність проводии дослідження сигналів за їх спектральним відображенням, здійснювати аналіз методики виявлення сигналів та їх характеристик, зробити огляд програмних пакетів необхідних для визначення сигналів.

В наші дні можна спостерігати позитивні тенденції що до автоматизації процесів виявлення та визначення сигналів, за допомогою сучасної апаратури та програмних пакетів. Спрощення проведення ідентифікації та аналізу радіосигналів дозволяє здійснювати вдосконалення існуючих радіо-технологій.

Головне завдання дипломної роботи – дослідження радіо-технологій з використанням сучасних методів аналізу сигналів відповідно до їх спектрального зображення.

Об'єкт дослідження – методи ідентифікації радіосигналів.

Предмет дослідження – можливості виявлення сигналів та методи дослідження відповідно до спектрального зображення.

РОЗДІЛ 1

Загальні поняття, класифікація технічних засобів отримання спектрального зображення сигналів, радіочастотний ресурс

1.1 Поняття радіо

Радіо – технології, що дають можливість передавати інформацію на відстань, від передавального пристрою до приймального з використовуючи радіохвилі.

Технологія будується на принципі передачі сформованого передаючою стороною, сигналу з певною частотою, над яким необхідно здійснити модуляцію несучої частоти, інформаційним сигналом. Для випромінення в простір використовуються антенні системи.

В свою чергу сторона, яка приймає сигнал завдяки приймалній антені, отримує радіосигнал, від антени сигнал надходить до радіоприймача. Далі система визначає необхідний сигнал, відсіюючи завади створені наведеними струмами, потім вступає в роботу системою детектора, яка виділяє корисний сигнал.

Діапазони частот радіосигналів:

- 30 – 300 кГц – низькі частоти (кілометровий діапазон);

При радіомовленні використовуються хвилі :

- наддовгі хвилі;
- довгі хвилі;
- середні хвилі;
- короткі хвилі;
- ультра короткі хвилі.

По діапазону також визначаються особливості розповсюдження:

- Довгі хвилі (кілометровий діапазон) мають здатність сильно поглинатися в шарі іоносфери, серйозне значення в технічному плані мають приземні хвилі, які можуть огинати землю, відносно швидко згасає інтенсивність.
- Середні хвилі (гектраметровий діапазон), мають властивість до сильного поглинання іоносферою в світлий період доби, розповсюджуються в приземному діапазоні. В темний період доби добре відбиваються від іоносфери, діють в межі відбитих хвиль.
- Короткі хвилі (декаметровий діапазон) розповсюджуються лише на відстанях, відбиття іоносферою. В темний період доби краще розповсюджуються більш короткі хвилі, а в світлий період доби довші хвилі.
- Ультракороткі хвилі (метровий діапазон і нижні значення частоти декаметрового діапазонів) не відбиваються від іоносфери, але при необхідності можуть використовуватися для розповсюдження на довгі відстані при використанні умови різної щільності шарів атмосфери. Мають високу проникність та здатні огинати перешкоди на шляху свого розповсюдження.
- Хвилі сантиметрового діапазону нездатні до високої проникної можливості та до огинання перешкод, розповсюджуються по принципу прямої видимості. Знайшли широке використання в сотовій мережі зв'язку та в "вай-фай"
- Хвилі міліметрового діапазону розповсюджуються лише в зоні прямої видимості не мають здатності до обходження об'єктів та проникати через них використовуються в супутниковому зв'язку.

1.2.Передача радіохвиль

Радіохвилі розповсюджуються в просторі земної атмосфери в космосі та в вакуумі. Завдяки властивостям земної атмосфери зокрема

іоносфери є можливість приймати радіохвилі на великих відстанях не лише в зоні прямої видимості.



Рис.1.1. Розповсюдження радіохвиль завдяки атмосфері

За міжнародним угодами спектр радіохвиль, розділено за діапазнам,табл.1.1.

Табл. 1.1 діапазони частот та межі їх розповсюдження

Найменування частотного діапазону	Частотний діапазон	Діапазон хвиль	Діапазон довжини хвиль
ДНЧ – дуже низькі частоти	3 – 30 кГц.	Міріаметрові	100 – 10 км.
НЧ – низькі частоти	30 – 300 кГц	Кілометрові	10 – 1 км.
СЧ – середні частоти	0,3 – 3 МГц	Гектометрові	1 – 0,1 км.
ВЧ – високі частоти	3 – 30 МГц	Декаметрові	100 – 10 м.
ДВЧ – дуже високі частоти	30 – 300 МГц	Метрові	10 – 1 см

УВЧ – ультрависокі частоти	0,3 – 3 ГГц	Дециметрові	1 – 0,1 м
НВЧ – надвисокі частоти	3 – 30 ГГц	Сантиметрові	10 – 1 см
КВЧ – крайнє високі частоти	30 – 300 ГГц	Міліметрові	10 – 1 мм
ГВЧ – Гіпервисокі	0,3 – 3 ТГц.	Дециметрові	1 – 0,1 мм

У вакуумі електромагнітні хвилі радіо діапазону поширюються зі швидкістю світла. В повітрі швидкість поширення значно менша. При падінні на неелектропровідну поверхню радіохвилі відбиваються, можуть заломитися, а при потраплянні на електропровідну поверхню, хвилі відбиваються, та в усіх випадках потрапляння на об'єкти частково втрачають свою інтенсивність.

При проходженні в невеликому віддаленні від земної поверхні, радіохвилі ослабляються з віддаленням від випромінювача. Чим більша відстань між приймачем та передавачем тим більше енергії втратить сигнал пройшовши цю відстань.

Довгі хвилі можуть розповсюджуватися на відстань до тисяч кілометрів, завдяки здатності поширюватись на великі відстані знайшли широке застосування в міжнародному мовленні, та в морській навігації .

Сферу використання середніх хвиль визначає діапазон їх розповсюдження в межах близько 1000 м.

Короткі хвилі випромінюються, після чого відбиваються від іоносфери, відбившись розповсюджуються до поверхні землі а потім цикли повторяються, можуть обходити земну повністю.

Висота до якої хвиля поширюється в іоносфері залежить від діапазону хвилі. Чим менша довжина хвилі тим на більшу висоту вона

розповсюджується до того, як відбитися назад на землю. Така залежність доцільна лише для коротко-хвильового та для середньо – хвильового діапазонів. При ультра-коротко-хвильовому діапазоні відбиття від іоносфери не відбувається, хвилі проходять всю іоносферу.

У надвисоких та ультрависоких хвиль природа поширення схожа з поширенням світла. В такого хвиль такого радіодіапазону є властивість поширення високоенергетичного вузького пучку, завдяки чому вони знайшли широке застосування в радіолокації і скануванні та в супутниковому телефонному зв'язку. Завдяки можливості передавати зфокусований пучок сигнал, можна використовувати передавачі з меншою потужністю, адже такі хвилі менше розсіюються.

Стільниковий зв'язок

Таку назву отримав завдяки особливості розповсюдження ультракоротких хвиль частотою 450 – 2000 МГц, в зоні покриття, тобто прийому поділяється на певні області – стільник. В кожній такій області – стільнику є окрема станція зв'язку (базові станції – БС), загалом вони створюють мережу схожу за структурою на структуру стільників у бджіл.

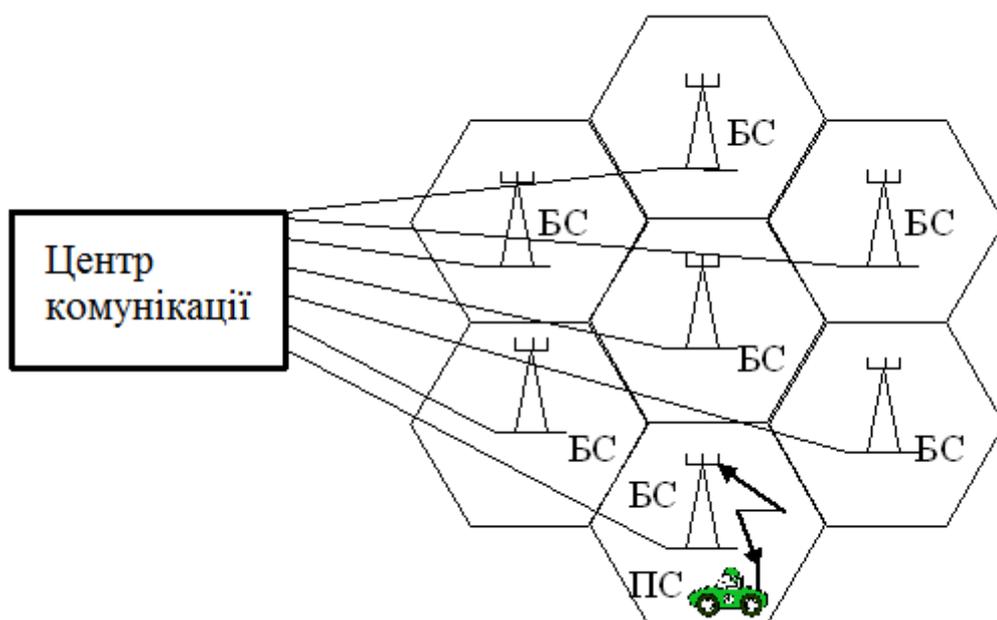


Рис.1.2 Структура стільникового зв'язку

Стільникова мережа структурно складається з стільникових БС та телефонів. Обладнання базових станцій дозволяє знаходити мобільні телефони і створити зв'язок між кожним абонентом, за умови його перебування в зоні покриття, та базовою станцією. Кожен ввімкнений телефон постійно підтримує зв'язок з БС свого оператора, знаходячись в межах зони їх покриття, та постійно обмінюються даними.

Мережі операторів стільникового зв'язку об'єднуються в спільну мережу, та пов'язані з мережею провідникових телефонів, це дозволяє здійснювати зв'язок між абонентами різних операторів та з мережею стаціонарних телефонів.

Супутникове ТБ

Система супутникового ТБ працює за принципом передачі сигналу від штучних супутників землі до абонентів. Принцип роботи такого виду телебачення полягає в тому, що центральна телевізійна станція посиляє сигнал з високою частотою на штучний супутник землі, що знаходиться на геостаціонарній орбіті, в свою чергу передавач супутника передає на землю, такий принцип обміну даними дозволяє забезпечити порівняно добре покриття.



Рис.1.3.Схема обміну сигналами між станціями ТБ і штучними супутниками

Головною перевагою супутникового ТБ є можливість приймати велику кількість телевізійних каналів знаходячись на будь-якій відстані від центрів передачі телесигналі.

Супутники знаходяться від шару іоносфери, але все одно якби сигнали які використовуються в обміні даними між землею та супутником відбивалися від неї та атмосфери, виникали б значні завади для функціонування такого типу обміну даними.

Радіо-сканування та радіолокація.

Для радіо-сканування та радіолокації застосовують ультракороткі хвилі в частотному діапазоні 100 – 1000 МГц. Пристроєм радіо-сканування є радар, в якому поєднується передавач та приймач.

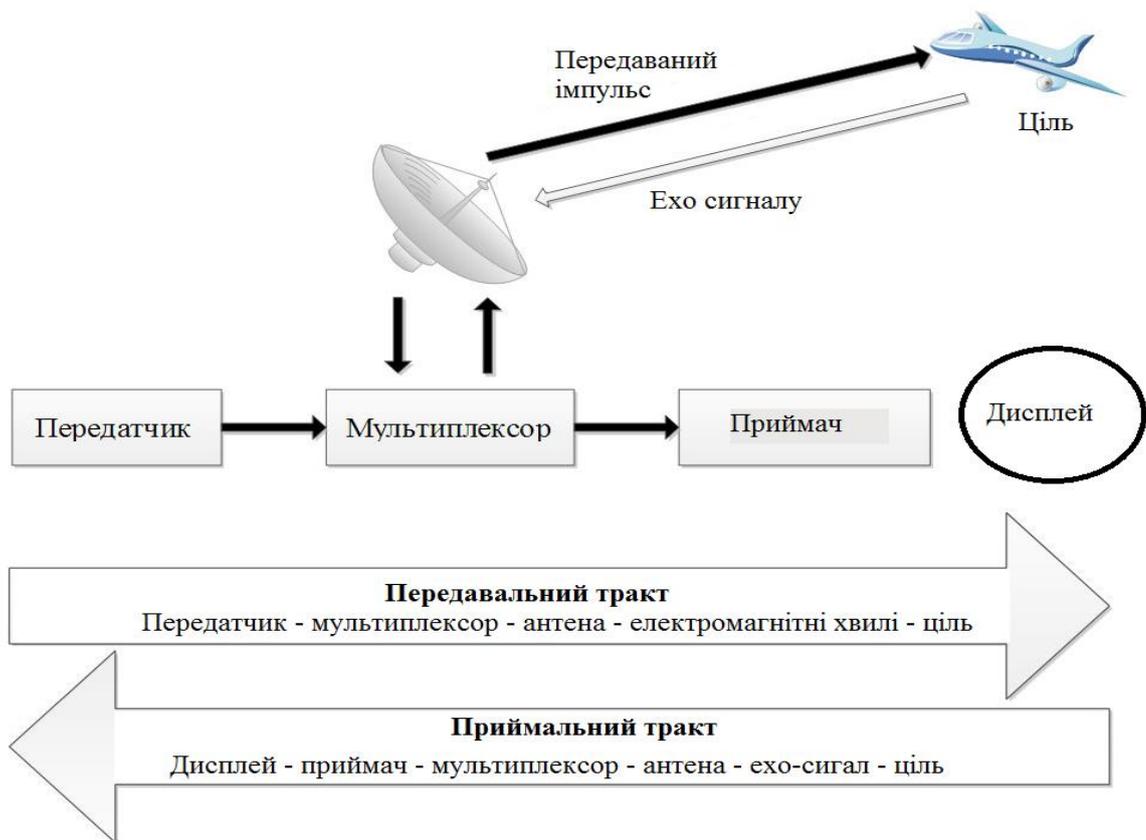


Рис.1.4. Схема роботи радіолокаційної станції

Радіо-імпульси, які передає радіолокаційна станція мають коротку тривалість, та велику потужність імпульсів. Після того як сигнал від передавача надіслано він вимикається і в ту ж мить вимикається приймач. Сигнали йдуть рівні проміжки часу, а період пауз між ними на порядки більші за тривалість передавання самих імпульсів.

Відстань до об'єкту можна визначити за формулою:

$$s = \frac{ct}{2}. \quad (1.1)$$

Де s – відстань до об'єкту ;

t – час проходження відстані між ціллю та радіолокаційною станцією

Радіотехнологія — це сукупність способів формування, передавання та приймання радіосигналів, які складають єдиний процес передавання та

приймання радіосигналів, для застосування якої необхідне використання радіочастотного ресурсу.

Радіочастотний спектр — безперервний інтервал радіочастот не вищий за 3 ТГц (терагерц) (3000 ГГц).

Радіочастота — це електромагнітна хвиля у просторі без штучного спрямовуючого середовища з певним номіналом частоти у межах радіочастотного спектра

1.3 Радіо-частотний ресурс

Радіо-частотний ресурс — частина радіочастотного спектра, придатна для передавання та/або приймання електромагнітної енергії радіоелектронними засобами і яку можливо використовувати для поширення будь-якої інформації на території України та за її межами відповідно до законів України та міжнародного права, а також на виділених для України частотно-орбітальних позиціях.

В залежності від частоти чи довжини хвилі (ці величини пов'язані між собою), електромагнітні хвилі відносять до різних діапазонів. Хвилі в різних діапазонах різним чином взаємодіють із фізичними тілами.

Електромагнітні хвилі з найменшою частотою (або найбільшою довжиною хвилі) належать до радіодіапазону. Радіодіапазон використовується для передачі сигналів на віддаль за допомогою радіо, телебачення, мобільних телефонів. У радіодіапазоні працює радіолокація. Радіодіапазон розділяється на метровий, дециметровий, сантиметровий, міліметровий, в залежності від довжини електромагнітної хвилі.

Відповідно до Декларації керівних засад використання мовлення через супутники для вільного поширення інформації, розвитку освіти і розширення культурних обмінів (Париж, 15 листопада 1972 року) і ч. 2 ст. 44 Статуту Міжнародного союзу електрозв'язку, радіочастоти і орбіта геостационарних

супутників є обмеженими природними ресурсами, що належать усім народам і їх використання регулюється Конвенцією Міжнародного союзу електрозв'язку та її Регламентом радіозв'язку. Статут Міжнародного союзу електрозв'язку і Конвенція Міжнародного союзу електрозв'язку (Женева, 22 грудня 1992 року) ратифіковані Законом України від 15 липня 1994 року.

Положення міжнародно-правових актів відображені у п. 4 Концепції розвитку зв'язку України до 2010 року, затвердженої постановою Кабінету Міністрів України від 9 грудня 1999 року № 2238, згідно з яким, радіочастотний ресурс є обмеженим природним ресурсом, ефективність використання якого впливає на економічне становище країни та на стан довкілля.

Приклади виділених радіодіапазонів

- Діапазон середніх хвиль з амплітудною модуляцією (530—1610 кГц). Середні хвилі (разом з короткими) — діапазон, який найчастіше використовують для радіомовлення

- Різні діапазони коротких хвиль (5,9—26,1 МГц).

Короткі хвилі використовуються для радіомовлення, а також для аматорського і професійного радіозв'язку. Якість прийому при цьому залежить від різних процесів в іоносфері, пов'язаних з рівнем сонячної активності, порою року і часом доби. Так вдень краще поширюються хвилі меншої довжини, а вночі — більшої.

- Цивільний діапазон (26,965—27,405 МГц).

СВ (Сі-Бі) діапазон. СВ (від англ. Citizen's Band - цивільний діапазон) - безліцензійний і доступний для всіх громадян діапазон радіозв'язку на коротких хвилях частотою 27 МГц (без спеціальних дозволів передавач потужністю не більше 4 Вт). Можливості застосування СВ радіозв'язку вельми широкі. Рації цього діапазону бувають носимі, перевізні і стаціонарні.

- Частоти телевізійних каналів (48,5—862,0 МГц).

Забезпечують обмін даними в сфері телевізійного мовлення.

- Діапазон ультракоротких хвиль с частотною модуляцією (87,5—108 МГц, крім 76—90 МГц в Японії; в Росії також 65,9—74 МГц).

УКХ-діапазон використовується для стереофонічного радіомовлення з частотною модуляцією і телебачення, радіолокації, зв'язку з космічними об'єктами (так як вони проходять крізь іоносферу Землі), а також для аматорського радіозв'язку.

- ISM діапазон.

Для обміну даними у всьому світі надаються неліцензованому (ISM - Industrial, Scientific, Medical) діапазони. ISM є тією частиною радіочастотного спектру загального призначення, яка може бути використана без ліцензування. Єдина вимога для розроблених продуктів в ISM-діапазоні - це відповідність нормам, які встановлюються регулюючими органами для даної частини частотного спектра. Ці правила розрізняються в різних країнах. У США норми встановлює Федеральна комісія із зв'язку (Federal Communication Commission, FCC), а в Європі - Європейський інститут стандартів з телекомунікацій (European Telecommunication Standards Institute, ETSI).

Пристрої, спроектовані для роботи в ISM-діапазоні, характеризуються малим енергоспоживанням і низькою швидкістю передачі даних. Однак останнім часом швидкість передачі нових версій стандартів цього діапазону має тенденцію до збільшення.

Найбільш часто використовуваними частотними ISM-діапазонами є 2,4-ГГц і субгігагерцові частоти. Через досить сильне перевантаження в 2,4-ГГц смузі частот останнім часом відбувається освоєння 5-ГГц діапазону. У той час як 2,4-ГГц є універсальною смугою частот, субгігагерцові

діапазони, призначені для бездротових додатків з малою споживаною потужністю, в різних країнах відрізняються один від одного. У США найбільш популярним діапазоном залишається смуга частот 902 ... 928 МГц, а в Європі найбільша активність спостерігається в діапазоні 868 МГц.

- Діапазони військових частот (42—48 МГц; 224–280 МГц — військова авіація).

Діапазон частот військової авіації виділений для забезпечення радіозв'язку та навігації з військовими літаками.

- Діапазони частот цивільної авіації (VHF 118—136,992 МГц, VOR 108—117,95 МГц, ILS/LOC 108,1—111,95 МГц, ILS/GS 329,15—335,0 МГц).

Авіаційний діапазон (англ. Airband) — діапазон частот ультракоротких радіохвиль, виділений для радіозв'язку в галузі цивільної авіації, його іноді також називають VHF. Частоти цього діапазону використовуються для радіонавігації та керування повітряним рухом.

- Міжнародний морський діапазон (156,050—162,025 МГц).

1.4 Використання радіочастотного ресурсу в Україні

Кабінет Міністрів України затверджує такі нормативно-правові акти:

- Національну таблицю розподілу смуг радіочастот;
- План використання радіочастотного ресурсу України;

Національна таблиця розподілу смуг радіочастот України регламентує:

- розподіл смуг радіочастот радіослужбам в Україні;
- розподіл на смуги спеціального та загального користування;

План використання радіочастотного ресурсу України визначає:

- перелік радіотехнологій, що використовуються в Україні, з визначенням смуг радіочастот та радіослужб, яким вони відповідають, а також терміни припинення їх розвитку та використання;

- перелік перспективних для впровадження в Україні радіотехнологій із визначенням смуг радіочастот та радіослужб, яким вони відповідають, а також терміни їх впровадження.

План використання радіочастотного ресурсу України

План використання радіочастотного ресурсу України визначає такі радіо-технології:

- Аналоговий короткохвильовий радіозв'язок (5,9—26,1 МГц).
- Аналоговий короткохвильовий персональний радіозв'язок
- Аналоговий ультракороткохвильовий радіотелефонний зв'язок

Табл.1.2 аналоговий ультракороткохвильовий радіотелефонний зв'язок

Смуга радіочастот	301,125-305,825 МГц 337,125-341,825 МГц	Смуги радіочастот 301,125-308,825 МГц та 337,125- 341,825 МГц є парними. У смугах радіочастот 301,125-305,825 МГц та 337,125-341,825 МГц використовуються РЕЗ радіально-зонової системи зв'язку "Алтай"
	307,0375-308 МГц 343,0375-344 МГц	Смуги радіочастот 307,0375-308 МГц та 343,0375-344 МГц є парними
	450-453 МГц	Смуги радіочастот 450-453 МГц та 460-463 МГц є парними.

460-463 МГц	Видача ліцензій на користування радіочастотним ресурсом та дозволів на експлуатацію РЕЗ у таких смугах радіочастот проводиться з урахуванням впровадження радіотехнології "Цифровий стільниковий радіозв'язок CDMA 450" відповідно до Плану використання радіочастотного ресурсу України.
150,05- 156,7625 МГц 156,8375- 162,05 МГц 163,2-168,5 МГц	Смути радіочастот використовуються згідно з додатком 2 Плану використання радіочастотного ресурсу України.
413-420 МГц 423-430 МГц	Смути радіочастот 413-420 МГц та 423-430 МГц є парними.

- Цифровий ультракороткохвильовий радіозв'язок

Табл. 1.3 цифровий ультракороткохвильовий радіозв'язок

Смуга радіочастот	150,05- 156,7625 МГц 156,8375- 162,75 МГц 163,2-168,5 МГц	Смути радіочастот використовуються згідно з додатком 2 Плану використання радіочастотного ресурсу України ARCO 25, NXDN, інші
----------------------	--	--

413-420 МГц 423-430 МГц	Смуги радіочастот 413-420 МГц та 423-430 МГц є парними. АРСО 25, NXDN, інші
440-442,125 МГц 442,525-446 МГц 446,4-447,725 МГц 448,15-450 МГц	АРСО 25 NXDN, інші

- Аналогові безпроводові телефони
- Аналоговий транкінговий радіозв'язок

Табл.1.4 аналоговий транкінговий радіозв'язок

Смуга радіочастот	450-453 МГц 460-463 МГц	Смуги радіочастот 450-453 МГц та 460-463 МГц є парними. Видача ліцензій на користування радіочастотним ресурсом та дозволів на експлуатацію РЕЗ у таких смугах радіочастот проводиться з урахуванням впровадження радіотехнологій "Цифровий стільниковий радіозв'язок CDMA 450". МРТ 1327, Smart Trank, інші
	150,05-156,7625 МГц	Окремі ділянки смуг радіочастот використовуються РЕЗ транкінгового зв'язку в дуплексному режимі згідно з

156,8375- 162,75 МГц 163,2- 168,5МГц	додатком 2 Плану використання радіочастотного ресурсу України. МРТ 1327, Smart Trank, інші
413-420 МГц 423-430 МГц	Смуги радіочастот 413-420 МГц, 423-430 МГц є парними. МРТ 1327, Smart Trank, інші

- Безпосередній аналоговий ультракороткохвильовий радіозв'язок
- Безпосередній цифровий ультракороткохвильовий радіозв'язок
- Пейджинговий радіозв'язок

Табл.1.5 пейджинговий радіозв'язок

Смуга радіочастот	160,975— 161,25 МГц	POCSAG, FLEX
----------------------	------------------------	--------------

- Радіодистанційне управління зовнішнім освітленням
- Радіотелеметрія охоронних і пожежних систем
- Радіотелеметрія та радіодистанційне керування
- Радіозв'язок берегових та суднових станцій
- Радіоподовжувачі абонентських телефонних ліній
- Радіозв'язок передавання даних

Табл.1.6 радіозв'язок передавання даних

Смуга радіочастот	413-420 МГц	Смуги радіочастот 413-420 МГц та 423-430 МГц є парними і можуть використовуватися
----------------------	----------------	---

	423-430 МГц	для ультракороткохвильового радіотелефонного зв'язку.
	450-450,6 МГц 460-460,6 МГц	Смути радіочастот 450-450,6 МГц та 460- 460,6 МГц є парними і можуть використовуватися для ультракороткохвильового радіотелефонного зв'язку з можливістю пакетного передавання даних. WIDANET
	440-442,125 МГц 442,525-446 МГц 446,4- 447,725 МГц 448,15-450 МГц	TRIMARK

- Цифровий транкінговий радіозв'язок

Табл. 1.7 цифровий транкінговий радіозв'язок

Смуга радіочастот	413-420 МГц 423-430 МГц	Смути радіочастот 413-420 МГц та 423- 430 МГц є парними. TETRA та модифікації; APCO 25; DMR рівень III; NXDN
	150,05- 156,7625 МГц	Смути радіочастот використовуються згідно з додатком 2 Плану використання радіочастотного ресурсу України. APCO 25; DMR рівень III; NXDN

	156,8375- 162,75 МГц 163,2-168,5 МГц	
--	---	--

- Пристрої радіочастотної ідентифікації
- Цифрові радіотелефони
- Цифровий стільниковий радіозв'язок CDMA-450

Табл 1.8

Смуга радіочастот	450,6-457,1 МГц 460,6-467,1 МГц	Смути радіочастот 450,6-453 МГц та 460,6-463 МГц потребують конверсії.
----------------------	--	--

- Цифровий стільниковий радіозв'язок D-AMPS
- Цифровий стільниковий радіозв'язок CDMA-800

Табл 1.9

Смуга радіочастот	824,07- 831,63 МГц 869,07- 876,63 МГц	Смути радіочастот 824,07-831,63 МГц та 869,07-876,63 МГц є парними і можуть використовуватися в інтересах рухомої радіослужби.
	840,45- 842,97 МГц 885,45- 887,97 МГц	Смути радіочастот 840,45-842,97 МГц та 885,45-887,97 МГц є парними і можуть використовуватися в інтересах рухомої радіослужби.

831,63- 835,40 МГц 876,63- 880,40 МГц 835,41- 840,45 МГц 880,41 - 885,45 МГц	Смуги радіочастот 831,63-835,40 МГц та 876,63-880,40 МГц, 835,41-840,45 МГц та 880,41 -885,45 МГц, є парними і можуть використовуватися в інтересах рухомої радіослужби.
---	--

- Цифровий стільниковий радіозв'язок GSM-900

Табл. 1.10

Смуга радіочастот	890-915 МГц 935-960 МГц	Смуги радіочастот 890-915 МГц та 935-960 МГц є парними.
----------------------	----------------------------	---

- Цифровий стільниковий радіозв'язок GSM-1800

Табл. 1.11

Смуга радіочастот	1710-1785 МГц 1805-1880 МГц	Смуги радіочастот 1710-1785 МГц та 1805-1880 МГц є парними
----------------------	--------------------------------------	--

- Цифровий стільниковий радіозв'язок ІМТ-2000 (UMTS)

Табл. 1.12

Смуга радіочастот	1935-1950 МГц	Смуги радіочастот 1935-1950 МГц та 2125-2140 МГц є парними
----------------------	------------------	--

	2125-2140 МГц	
	1920-1935 МГц	Смуги радіочастот 1920-1935 МГц та 2110-2125 МГц є парними.
	1950-1980 МГц	Смуги радіочастот 1950-1980 МГц та 2140-2170 МГц є парними.
	2110-2125 МГц	Користування смугою радіочастот передбачає проведення конверсії
	2140-2170 МГц	відповідно до примітки К01 Плану використання радіочастотного ресурсу України.

- Цифрова безпроводова телефонія
- Широкозмуговий радіодоступ
- Надширокозмуговий радіодоступ
- Мультисервісний радіодоступ
- Мультимедійний радіодоступ
- Радіорелейний зв'язок
- Радіолокаційний пошук та супровід
- Радіолокація земної поверхні
- Метеорологічна радіолокація
- Радіовипромінювання станцій радіомаяків
- Супутниковий радіозв'язок
- Рухомий супутниковий радіозв'язок

- Супутниковий радіозв'язок з використанням рухомих повітряних земних станцій
 - Телеметрія та телеуправління супутникових мереж
 - Супутникове радіомовлення
 - Багатоканальне наземне телерадіомовлення
 - Аналогове звукове мовлення
 - Аналогове телевізійне мовлення
 - Цифрове наземне телевізійне мовлення стандарту DVB-T
 - Передавання телевізійних репортажів з місця подій
 - Безпроводові аудіозастосування
 - Радіомікрофони
 - Телеметрія та радіодистанційне керування
 - Радіовизначення місцезнаходження об'єктів
 - Радіокерування моделями
- та інші.

1.5 Висновки

Виконючи даний розділ я провів огляд та аналіз основних понять, теоретичних даних з наукових та науково-популярних джерел.

Також здійснив опис об'єктів досліджень, та систематизував певний обсяг теоретичного матеріалу.

РОЗДІЛ 2

ПРОВЕДЕННЯ АНАЛІЗУ СПЕКТРІВ ЗА ДОПОМОГОЮ АНАЛІЗАТОРІВ СПЕКТРУ, НАЛАШТУВАННЯ АНАЛІЗАТОРІВ СПЕКТРУ.

2.1 Класифікація та види аналізаторів спектрогру

Аналізатор спектра - це пристрій для використання при спостереженні, а також для вимірювання відносного розподілу енергії електричних / електромагнітних коливань в смузі частот. Спектральний аналізатор відображає і амплітуду спектральних компонент, в залежності від частоти, і індивідуальні частотні компоненти, з яких складається складний сигнал. Аналізатори спектра застосовують всі позитивні властивості перетворення частоти супергетеродинного приймача з свіп'юемой налаштуванням.

Спектральні аналізатори можуть виконувати такі види вимірювань, як абсолютне і відносне вимірювання частоти, абсолютне і відносне вимірювання рівня, вимірювання комбінаційних, побічних складових, вимір шуму, скалярні вимірювання, а також вимірювання електромагнітної сумісності, і допоможуть визначити амплітуду і частоту спектральних компонент.



Рис2.1. Аналізатор спектра

До основних параметрів аналізаторів спектра можна віднести смугу пропускання, чутливість, динамічний діапазон. Головною перевагою цих пристроїв є їх роздільна здатність: маленький інтервал по частоті між двома спектральними лініями, які ще поділяються аналізатором.

Аналізатор спектра може дати справжній спектр тільки тоді, коли аналізоване коливання відбувається періодично, або існує тільки в межах інтервалу.

Пристрій застосовується:

- при вимірюванні частотних характеристик в мікрохвильовій і радіохвильовій областях;
- під час тестування кабельного телебачення, радіо;

- для вирішення вузькоспеціалізованих завдань, спрямованих на підвищення сумісності двох радіоприладів, перевірки стійкості готової техніки до перешкод;
- для калібрування генераторів;
- під час контролю, випробувань, тестування якості електронних виробів;
- для вивчення спектральних показників;
- для перевірки відповідності пристроїв мобільного і радіозв'язку чинним стандартам;
- в процесі діагностики імпульсного відповідності та роботи генераторів.

Принцип роботи

Основне призначення аналізатора спектра - спостереження і вимір коливань енергії в частотній смузі. Ці процедури потрібно проводити для того, щоб радіоприлади працювали виключно в своїй смузі, не створюючи один для одного перешкод. За результатами отриманих за допомогою аналізатора вимірювань здійснюється подальша настройка техніки. Принцип дії аналізатора спектра залежить від його типу. В основі роботи приладів лежить супергетеродинний приймач:

1. Вхідний радіочастотний сигнал змішується з частотою локального осцилятора. Результатом цього процесу стає сигнал з більш низькою проміжною частотою (ПЧ).
2. Новий сигнал проходить через кілька каскадів.

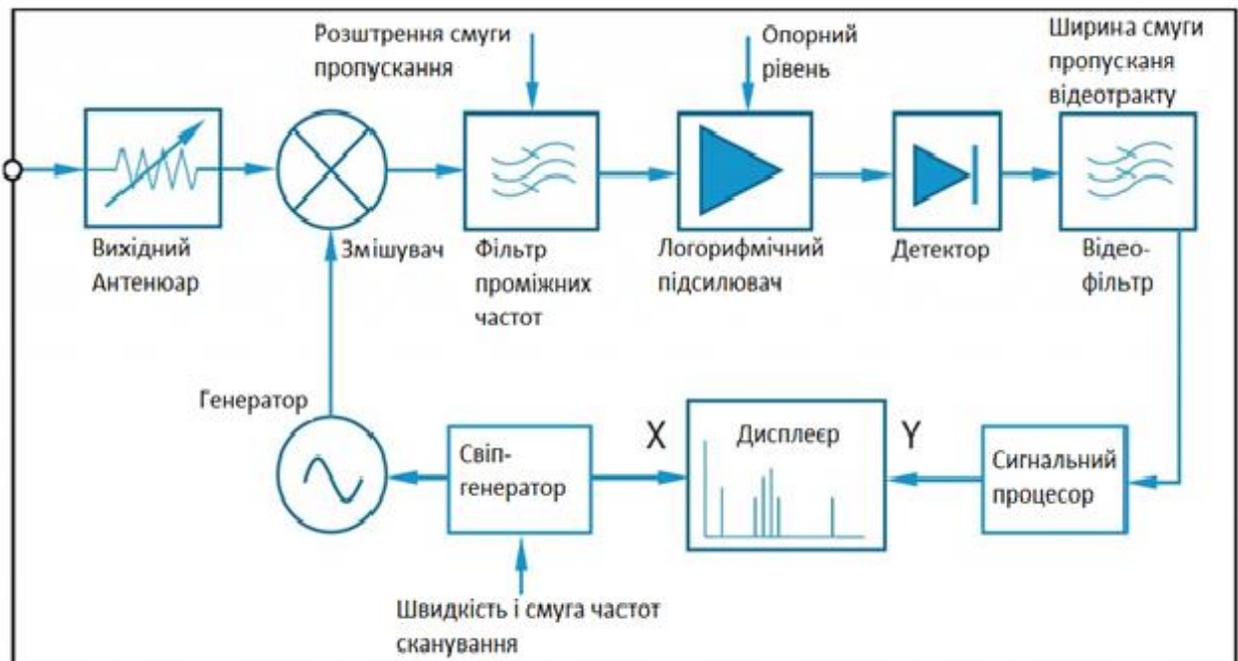


Рис.2.2 Блок-схема класичного супергетеродинного аналізатора спектра

У сучасному свіпуючому обладнанні використовують цифрові компоненти. Принципи роботи аналізатора спектра в реальному часі будуть сильно відрізнятися:

- Пристрій збирає інформацію в тимчасовій області, а після за допомогою перетворення Фур'є переводить її в частотну область.

- Якщо ваш пристрій радіочастотні сигнали перетворюються далі. Посилення і ослаблення.

- Аналогово-цифровий перетворювач (АЦП) оцифровує останню ПЧ. Подальша обробка проводиться цифровими процесорами.

У деяких моделей цифрових аналізаторів існують режими демодуляції. При їх активації вхідний сигнал оцифровується без частотного перетворення.

Модулюючі сигнали обробляються, як і радіочастотні.

Типи аналізаторів спектру

Існує багато видів вимірює спектрального обладнання. Класифікують прилади виходячи з їх основних характеристик:

- За принципом дії: послідовні (скануючі) і паралельні (багатоканальні).
- За способом обробки інформації, що надходить: аналогові і цифрові.
- По виду аналізу: скалярні (для отримання інформації виключно про гармонійних складових) і векторні (для отримання інформації про гармонійних і фазових складових).
- За діапазону частот: низькочастотні, широкосмугові, що працюють в оптичному діапазоні.

Послідовні аналізатори спектра вважаються більш поширеними. Вони сканують частотну смугу за допомогою малопотужного генератора електричних коливань. Селективний підсилювач проміжної частоти послідовно виділяє спектральні складові, і їхні відгуки відтворюються на екрані. Аналізатори паралельного типу укомплектовані високодобротні резонаторами, налаштованими на певні частоти. При одночасному впливі сигналу кожен вузько-смуговий фільтр виділяє по одній його складової, що дозволяє вести паралельний аналіз даних.

Основні характеристики

Спектроаналізаторів часто вимірюють частоту, потужність, шум, спотворення, модуляцію спектра. Спектральний склад сигналу дуже важливий в системах з обмеженою по ширині смугою частот. Передана потужність теж відіграє значну роль. Якщо цей показник буде занадто маленьким, то звукова хвиля не досягне точки призначення. Занадто великі значення потужності швидко виснажують запас акумуляторів, підвищують робочу температуру системи, викликають додаткові перешкоди.

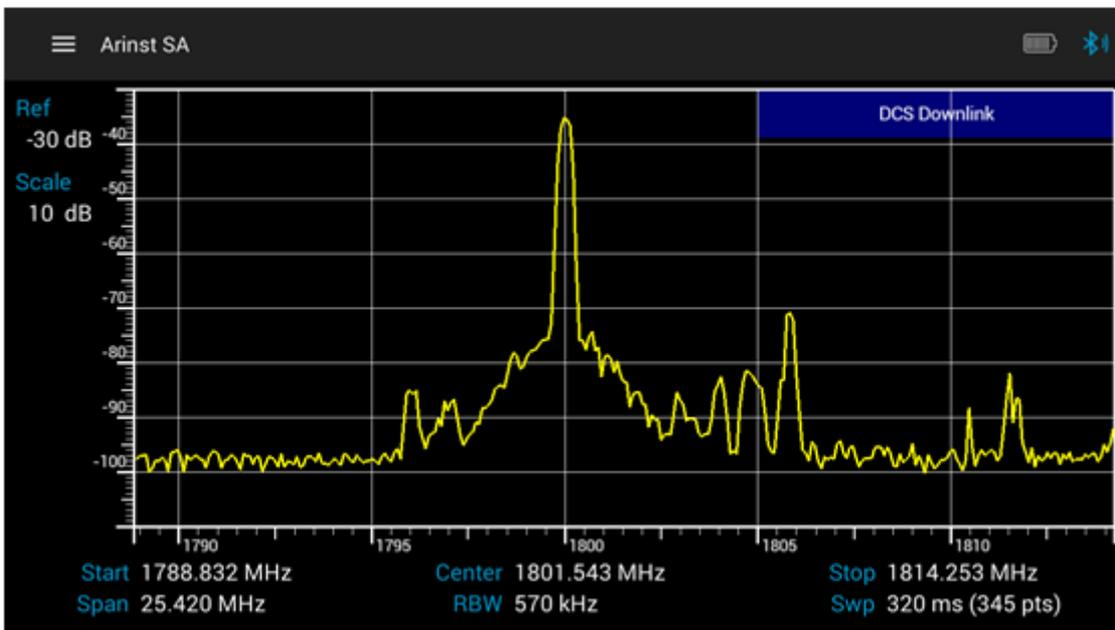


Рис. 2.3 Зображення спектру сигналу на дисплеї аналізаторі спектру сигналів.

Оцінка якості модуляції потрібна для того, щоб переконатися в коректності роботи системи. При аналоговій модуляції вимірюють рівні смуги бічних частот, заповнення смуги частот, коефіцієнт модуляції. При цифровій модуляції оцінюють дисбаланс IQ, модуль вектора похибки, залежність похибки від фази часу. До основних характеристик аналізують приладів відносять:

- Роздільну здатність. Ця характеристика являє собою мінімальний інтервал частот, при якому прилад виділить сусідні складові спектра як окремі лінії, а потім зможе виміряти їх рівні. Роздільна здатність буває динамічної та статичної.

- Діапазон частот. Це частотний інтервал, в якому можливий спектральний аналіз. Діапазон в пристрої може бути розбитий на піддіапазони. Зазвичай в приладах передбачена можливість досліджувати сигнали не по всьому інтервалу, а тільки в конкретній його частини. Її називають смугою огляду. Такий підхід застосовується для того, щоб підвищити точність аналізу.

- Час аналізу. Позначає швидкість вимірювань. На нього впливає динамічна роздільна здатність і час, необхідний для отримання показань з резонаторів.

- Похибка по частоті. Показує з якою точністю пристрій визначає діапазон між спектральними складовими.

- Похибка по амплітуді. Залежить від інструментальної похибки аналізатора і сигнального спектра.

Табл.2.1 Порівняння характеристик аналізаторів спектру.

Марка та модель	Діапазон частот	RBW	DANL	Пхибка вимірювання амплітуди
Аналізатори спектра SSA3000X серії	9 кГц - 2.1 ГГц; 9 кГц - 3.2 ГГц	10 Гц - 1 МГц	-161 дБм/Гц	± 0.7 дБ
SSA3000X Plus Series Spectrum Analyzers	9 kHz ~ 2.1 GHz; 9 kHz ~ 3.2 GHz	1 Hz ~ 1 MHz	-161 dBm/Hz	< 0.7 dB
SSA3000X-R Real-time Spectrum Analyzers	9 kHz - 5.0 GHz ; 9 kHz - 7.5 GHz	1 Hz - 3 MHz	-165 dBm/Hz	< 0.7 dB
SVA1000X Series Spectrum & Vector	9 KHz~1.5 GHz; 9 KHz~3.2 GHz	1 Hz~1 MHz	-156 dBm/Hz; -161 dBm/Hz	≤1.2 dB; < 0.7 dB

Network Analyzers				
Аналізатор спектра USB-SA44B	1 Гц - 4.4 ГГц	0.1 Гц - 250 кГц и 5 МГц	-161 дБм/Гц	±1,5 дБ (DANL - 0 дБм), ±2 дБ (0 - 10 дБм)
Аналізатор спектра USB-SA124B	100 кГц - 12.4 ГГц	0.1 Гц - 250 кГц и 6 МГц	-152 дБм/Гц	± 1,5 дБ (100 кГц-6 ГГц), ± 2,5 дБ (6 ГГц-12,4 ГГц)
Аналізатор спектра VB60C	9 кГц - 6 ГГц	10 Гц - 10 МГц	158 дБм/Гц	±2.0 дБ
Аналізатор спектра SM200B	100 кГц - 20 ГГц	0.1 Гц - 10 МГц	-161 дБм/Гц	± 2.0 дБ (100 кГц - 6 ГГц), ± 3.0 дБ (>6 ГГц - 20 ГГц)
SM200C Real-time Spectrum Analyzer with 10GbE	100 kHz to 20 GHz	0.1Hz to 3MHz	-160 dBm/Hz	± 2.0 дБ (100 кГц - 6 ГГц), ± 3.0 дБ (>6 ГГц - 20 ГГц)

Види аналізаторів спектру

Всі прилади можна поділити на низькочастотні, радіочастотні і оптичні. Низькочастотні здатні працювати в діапазонах від декількох герц до сотень кілогерц. Радіочастотні працюють з смугою до сотень гігагерц. Аналізатори спектра бувають:

- Смуговими. На пристрій відобразатиме безліч смуг, які демонструють рівень сигналу. У перших моделях такої техніки використовувалися аналогові фільтри. Смугові аналізатори часто використовують для налаштування амплітудно-частотних характеристик акустичних систем в театрах, на концертних майданчиках. У них для аналізу сигналу застосовується перетворення Фур'є.

- FFT-аналізатори. Вони здатні аналізувати звукові сигнали в режимі реального часу. Щоб попередити розмиття тони по частоті при вимірах використовуються вагові вікна.

- Що представляють сигнал спектрограммой. Ці прилади дозволяють візуально відслідковувати зміни звукової хвилі в часі. Час відображається по горизонтальній осі, частота - по вертикальній, а звукову амплітуду позначають окремим кольором. Відлік може бути різним.

Сучасні моделі аналізаторів підтримують функції всіх перерахованих вище типів приладів. Вони також працюють з аналоговими і цифровими фільтрами, що значно розширює сферу їх застосування.

2.2 Налаштування аналізатора спектру

Налаштування є функція центральної частоти фільтра ПЧ, частотного діапазону гетеродина, і діапазону частот, які дозволено подавати на змішувач із зовнішнього світу (тих, яким дозволено проходити через фільтр нижніх частот). З усіх продуктів, що надходять зі змішувача, два мають найбільшу амплітуду і тому найбільш бажані: це продукт на частоті різниці частот гетеродина і сигналу і продукт на частоті суми цих частот. Якщо ми зможемо зробити так, щоб нас цікавить сигнал лежав вище або нижче за частоту гетеродина на величину ПЧ, то один з потрібних нам продуктів змішання потрапить в смугу пропускання фільтра ПЧ, буде продетектованою і створить амплітудний відгук на дисплеї.

В аналізаторах спектра фірми Agilent, що налаштовуються до частоти 3 ГГц, ПЧ вибирається близько 3.9 ГГц. Тепер якщо ми бажаємо налаштуватися від 0 Гц (в дійсності від деякої малої частоти, оскільки ми не можемо спостерігати сигнал нульової частоти через архітектури приладу) до 3 ГГц, в якому діапазоні повинен перебудовуватися гетеродин? Якщо він стартує з ПЧ ($f_{LO} - f_F = 0$) і перебудовується до частоти, більшої, ніж ПЧ на 3 ГГц, ми можемо покрити діапазон частотою $f_{LO} - f_F$. Використовуючи ці міркування, можемо записати рівняння налаштування:

$$f_{SIG} = f_{LO} - f_F, \quad (2.1)$$

де f_{SIG} – частота сигналу;

f_{LO} – частота гетеродина;

f_F – ПЧ.

Якщо ми бажаємо визначити частоту гетеродина, необхідну для налаштування аналізатора на низьку, середню і високу частоти сигналу (скажімо, 1 кГц, 1.5 ГГц, 3 ГГц), ми повинні спочатку переписати рівняння настройки в термінах f_{LO} :

$$f_{LO} = f_{SIG} + f_F.$$

Потім ми повинні вставити значення частот сигналу і ПЧ:

$$f_{LO} = 1 \text{ кГц} + 3.9 \text{ ГГц} = 3.900001 \text{ ГГц},$$

$$f_{LO} = 1.5 \text{ ГГц} + 3.9 \text{ ГГц} = 5.4 \text{ ГГц},$$

$$f_{LO} = 3 \text{ ГГц} + 3.9 \text{ ГГц} = 6.9 \text{ ГГц}.$$

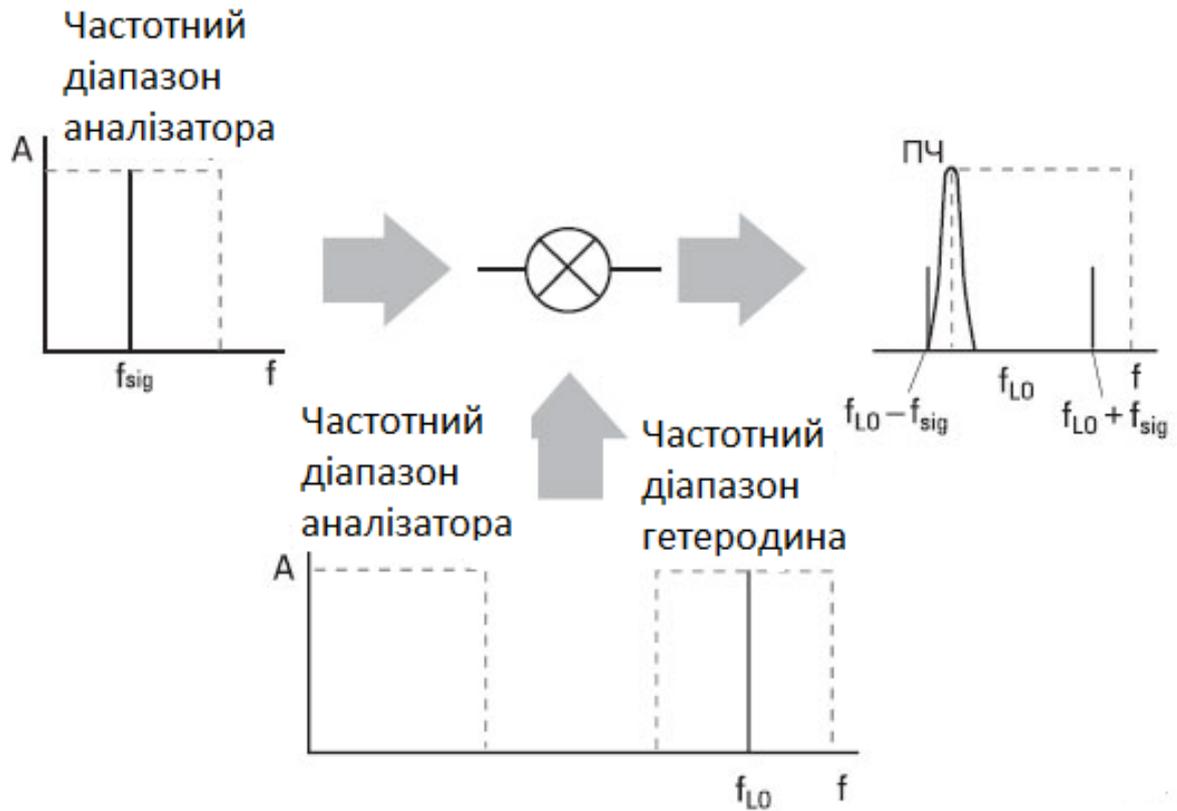


Рис. 2.4 Процес налаштування аналізатора спектру

Тут F_{LO} недостатньо висока, щоб продукт змішання з результуючої частотою $F_{LO} - F_{sig}$ потрапляв в смугу ПЧ, тому не буде відгуку на дисплеї. Однак якщо ми підженемо генератор пилкоподібної напруги так, щоб налаштувати гетеродин на більш високі частоти, цей продукт змішання потрапить в смугу ПЧ в деякій точці «пили» (розгортки), і ми побачимо відгук на дисплеї.

Оскільки генератор «пили» контролює як горизонтальну позицію променя на дисплеї, так і частоту гетеродина, ми можемо тепер калібрувати горизонтальну вісь дисплея в термінах частоти вхідного сигналу.

Поки ми ще не зовсім покінчили з налаштуванням. Що трапиться, якщо частота вхідного сигналу буде 8.2 ГГц? Коли гетеродин налаштується в своєму діапазоні 3.9 - 7.0 ГГц, він досягає частоти (4.3 ГГц), в якій він відрізняється від 8.2-ГГц сигналу на величину ПЧ. І знову ми маємо продукт

змішання на частоті ПЧ, що створює зображення на екрані дисплея. Іншими словами, рівняння настройки цілком могло б мати вигляд $f_{SIG} = f_{LO} - fF$.

В результаті, ми можемо сказати, що для аналізатора односмугового спектра радіочастот ми повинні вибрати ПЧ вище найвищої частоти діапазону настройки, роблячи діапазон перебудови гетеродина від ПЧ до ПЧ плюс верхня межа діапазону настройки, і включати фільтр нижніх частот перед змішувачем, щоб вирізати частоти нижче ПЧ.

Щоб розділити тісно розташовані сигнали, деякі аналізатори спектра мають по ПЧ вузьку смугу пропускання 1 кГц, інші - 10 Гц, а деякі навіть 1 Гц. Настільки вузькі фільтри важко виготовити на центральній частоті 3.9 ГГц. Тому ми повинні додати додаткові каскади змішання, зазвичай від двох до чотирьох, для конвертації ПЧ вниз від початкової до кінцевої.

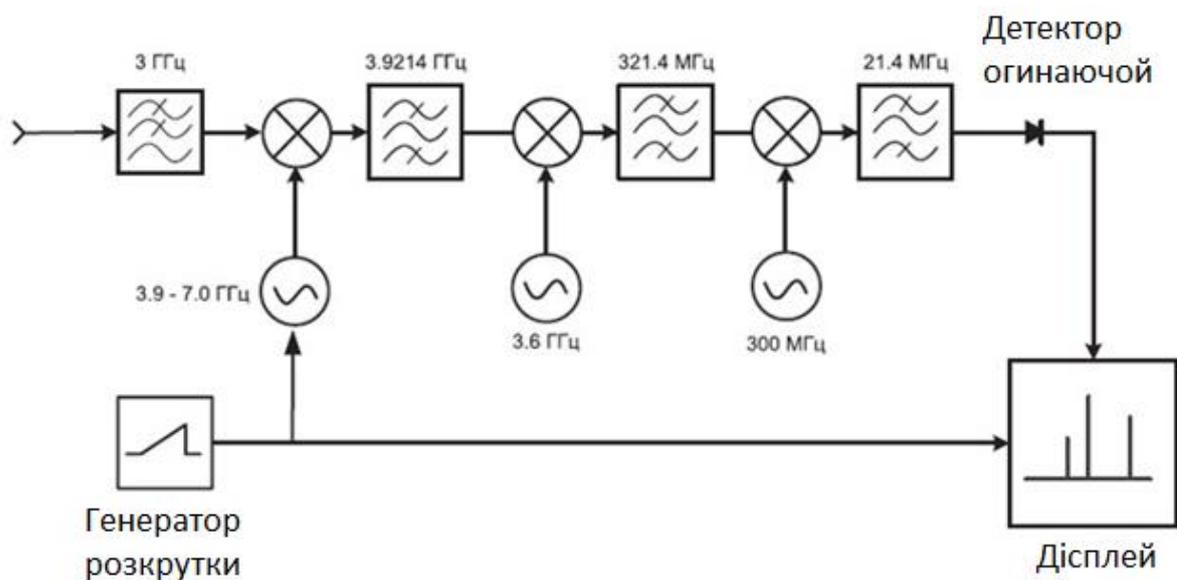


Рис.2.5 можливий ланцюжок ПЧ

На рисунку 1.9 продемонстровано можливу структуру засновану на архітектурі типового спектрального аналізатора.

Повне рівняння налаштування для цього приладу:

$$f_{sig} = f_{LO}(f_{LO2} + f_{LO3} + f_{final}F) \quad (2.2)$$

Однак,

$$\begin{aligned} f_{LO2} + f_{LO3} + f_{final}F &= 3.6 \text{ ГГц} + 300 \text{ МГц} + 21.4 \text{ МГц} = \\ &= 3.9214 \text{ ГГц}, \end{aligned}$$

- перша ПЧ.

Так, спрощуючи рівняння налаштування шляхом використання тільки першої ПЧ, приходимо до тих же вірним відповідей. Хоча на малюнку зображена тільки пасивні фільтри, дійсне втілення включає посилення в більш вузько-смуговому каскаді ПЧ. Фінальна секція містить додаткові компоненти - наприклад, логарифмічний підсилювач або АЦП, в залежності від конструкції конкретного аналізатора.

У більшості аналізаторів радіочастотного спектру нижня частота гетеродина буває дорівнює першої ПЧ і навіть нижче. Оскільки ізоляція між гетеродинним і ПЧ портами змішувача кінцева, коливання гетеродина проникають на вихід змішувача. Коли частота гетеродина дорівнює ПЧ, сигнал гетеродина обробляється системою і з'являється на дисплеї у вигляді відгуку, як якщо б це був сигнал на частоті 0 Гц. Цей відгук, званий наскрізний гетеродина просочування, може приховати сигнали на дуже низьких частотах, тому не всі аналізатори включають в відображається діапазон частоту 0 Гц.

2.3. Дослідження сигналів за допомогою аналізатора спектра

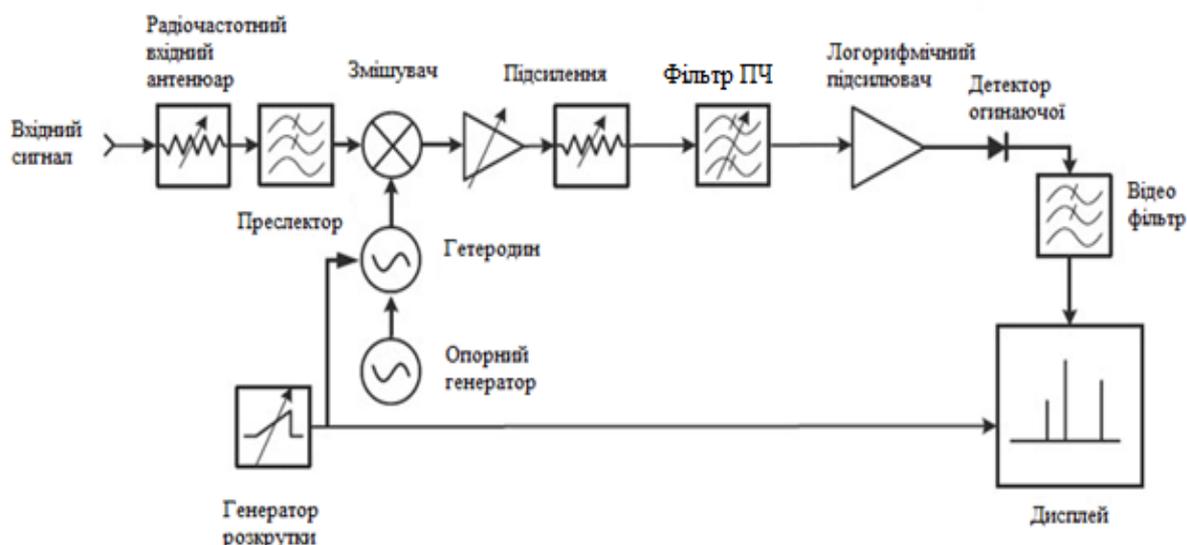


Рис.2.5 Спрощена схема спектрографа, на супергетеродинному принципі

На рисунку 2. схеми спектрографа видно, що вхідний сигнал проходить від антенюару до фільтру нижніх частот до змішувачу в якому відбувається змішування з сигналом гетеродину. Так, як змішувач являється нелінійним елементом, на вході його будуть сигнали та їх гармоніки і добутки та різниці їх попередньо отриманих частот. При потраплянні продуктів змінення в фільтр проміжних частот, здійснюється його підсилення.

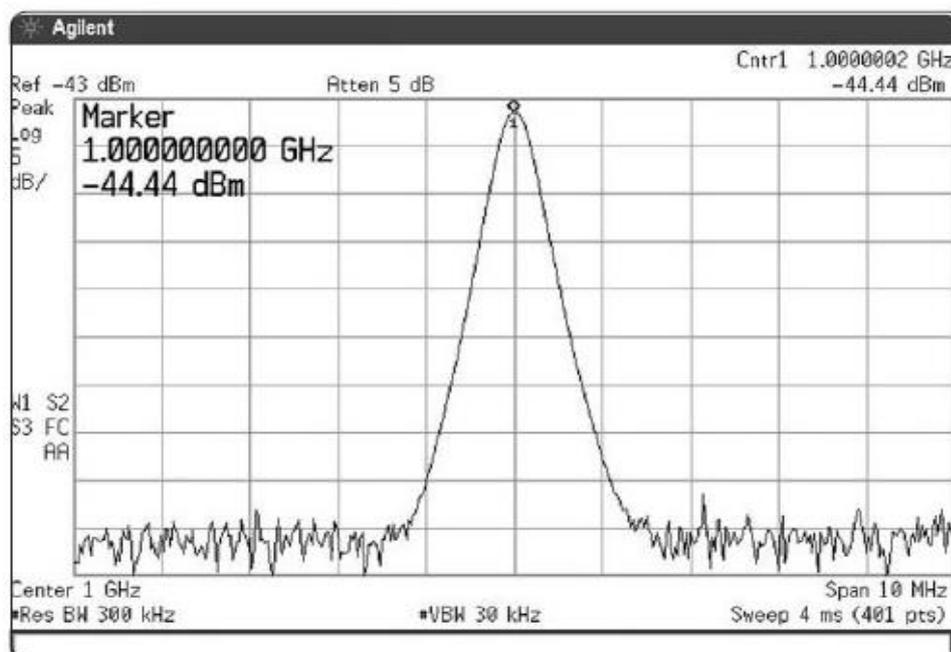


Рис 2.6 Вигляд дисплею спектрографа

2.4 Висновки

В другому розділі мною було здійснено огляд технологій аналізу спектру радіосигналів, досліджено та систематизовано характеристики аналізаторів спектру.

Також я ознайомився з методиками визначення сигналів за допомогою аналізаторів спектру, зробив їх порівняння, та дослідив питання, щодо їх практичного застосування.

Провів розрахунки, необхідні для роботи з аналізаторами спектру.

РОЗДІЛ 3

ВИЗНАЧЕННЯ СИГНАЛІВ ПО ЇХ СПЕКТРАЛЬНОМУ ВІДОБРАЖЕННІ

3.1 Визначення спектру сигналів

Спектр сигналу найважливіша його характеристика разом з його частотним складом. По цим даним визначаються завадозахищеність, проводиться аналіз ущільнення, здійснюється визначення вимог до блоків пристроїв зв'язку.

Ущільнення сигналів, має в своїй основі, спектральну щільності, яка являється характеристикою в області частот сигналу, визначається прямим перетворенням Фур'є.

Можна записати часову функцію:

$$F(j\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} S(t)e^{-j\omega t} dt, \quad (3.1)$$

де: $S(t)$ – часова функція;

ω – колова частота, $\omega = 2\pi f$

$F(j\omega)$ – можна представити в вигляді алгебраїчної форми:

$$F(j\omega) = F(\omega) - a(\omega) - jb(\omega) = F(\omega)e^{-j\varphi(\omega)}, \quad (3.2)$$

Визначити $a(\omega)$ та $b(\omega)$ функції можна як :

$$a(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} S(t) \cos(\omega t) dt;$$

$$b(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} S(t) \sin(\omega t) dt, \quad (3.3)$$

В алгебраїчній формі мають вигляд:

$$F(\omega) = \sqrt{a(\omega)^2 + b(\omega)^2}, \quad (3.4)$$

$$\varphi(\omega) = \operatorname{arctg} \frac{b(\omega)}{a(\omega)}, \quad (3.5)$$

Реальна та уявна складові спектру мають особливість, що при парній $S(t)$, уявна частина $b(\omega) = 0$, якщо $S(t)$ є непарною $a(\omega) = 0$ відповідно до формул (3.3).

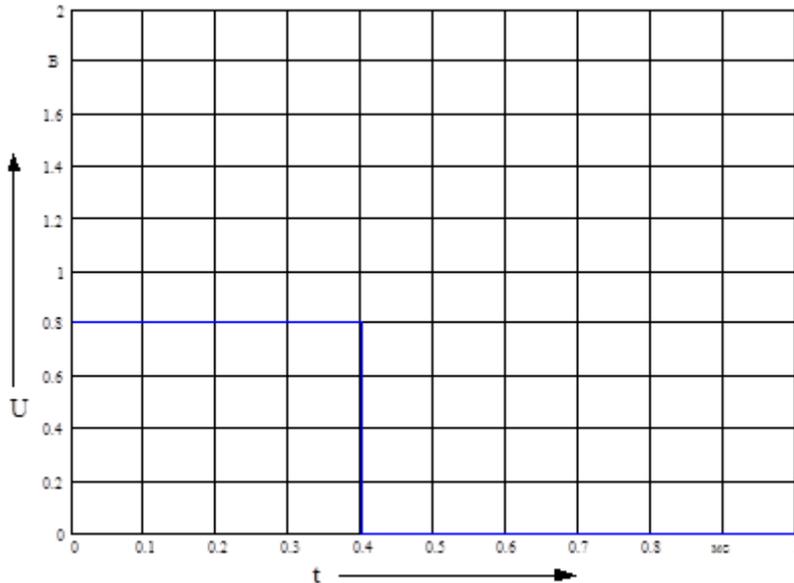


Рис.3.1 Прямокутний сигнал

Для сигналу (рис.3.1) спектральну щільність можливо знайти по формулі:

$$F(j\omega) = h\tau \frac{\sin(\frac{\omega\tau}{2})}{\frac{\omega\tau}{2}} e^{-j\omega\frac{\tau}{2}} \quad (3.6)$$

де h – амплітуда;

τ – тривалість сигналу

Визначаю формулу для залежності $\varphi(\omega)$.

Спектральна щільність сигналу (рис.3.1):

$$F(j\omega) = \frac{h}{\omega} (\sin(\omega\tau) - j(1 - \cos(\omega\tau))), \quad (3.7)$$

Можна вивести уявну та реальні частини з (3.7)

$$F(j\omega) = -j \frac{h(1 - \cos(\omega\tau))}{\omega} + \frac{h \sin(\omega\tau)}{\omega}, \quad (3.8)$$

В результатом отримую:

$$\varphi(\omega) = \arctg\left(\frac{-(1 - \cos(\omega\tau))}{\sin(\omega\tau)}\right), \quad (3.9)$$

Графічне зображення спектральної щільності (область значень аргументу) зображено на рис. 3.2

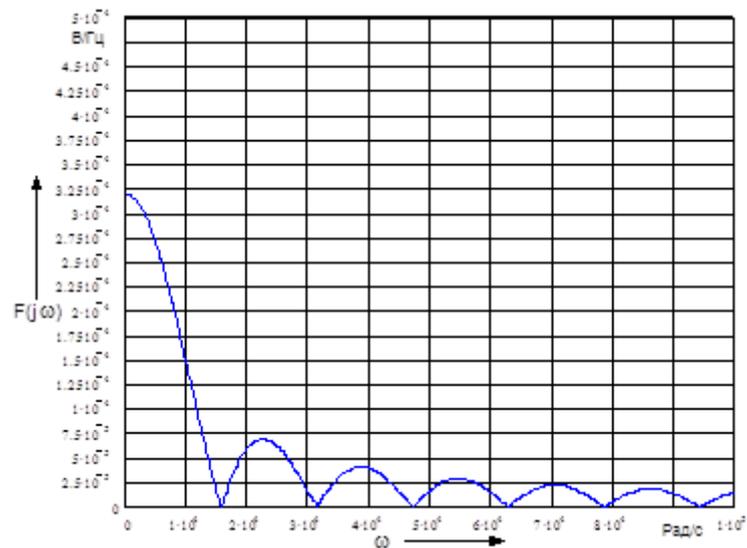


Рис.3.2

Залежність фази від циклічної частоти зображено графічно на рис.3.3.

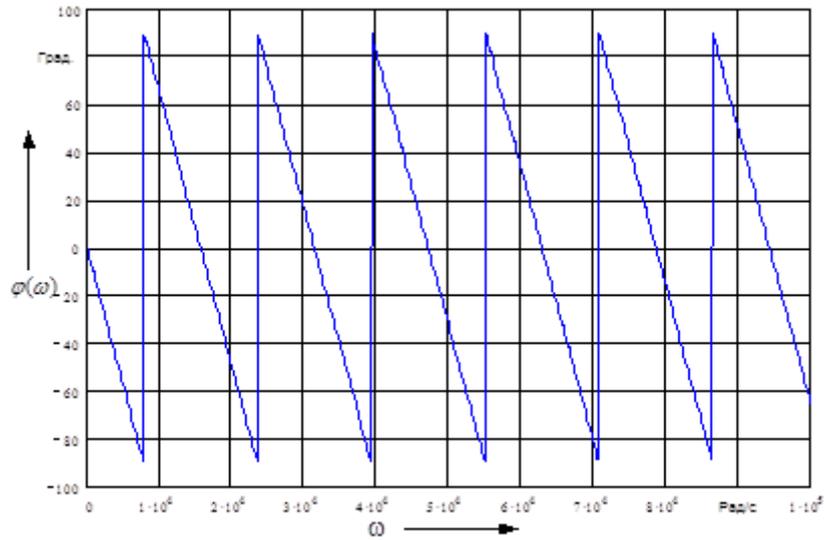


Рис. 3.3

Можна визначити спектральну щільність для сигналу рис.3.4

$$F(j\omega) = h \frac{\sqrt{\pi}}{a} e^{-\frac{\omega^2}{4a^2}}, \quad (3.10)$$

Графічне зображення спектральної щільності зображено на рис. 3.5.

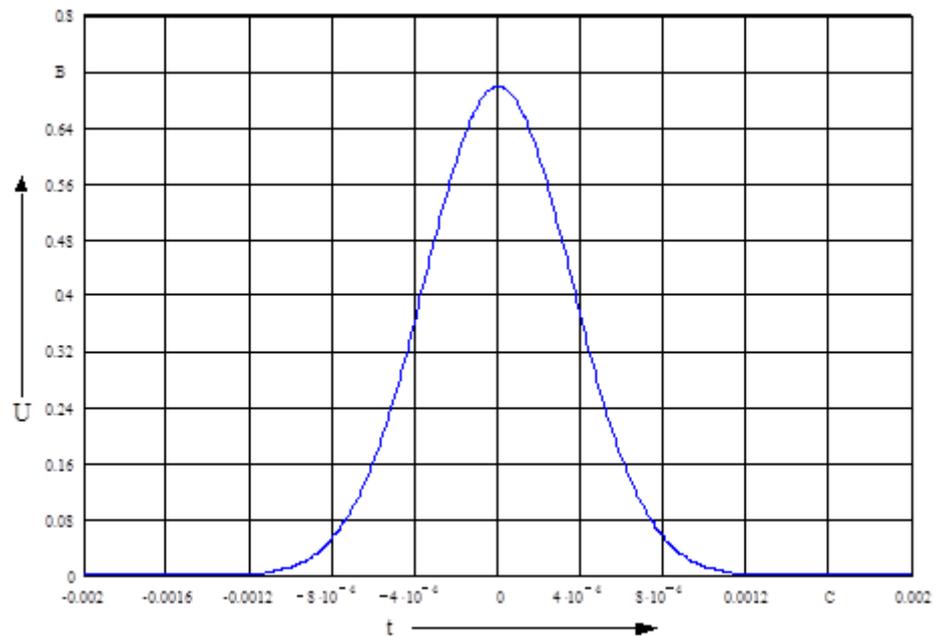


Рис. 3.4

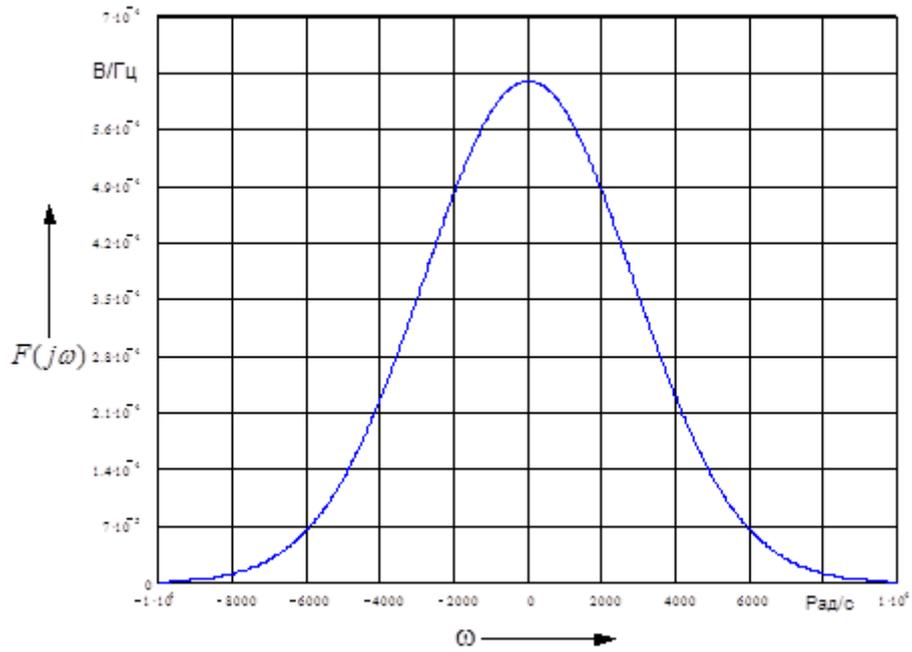


Рис. 3.5

По причині того, що в формулі спектральної щільності немає мінімальної частини спектру фаз в цьому випадку немає.

Для сигналу рис 3.6 визначаю за формулою:

$$F(j\omega) = \frac{h\pi\tau}{2} * \frac{\cos\left(\frac{\omega\tau}{2}\right)}{\left(\frac{\pi}{2}\right)^2 - \left(\frac{\omega\tau}{2}\right)^2} \quad (3.11)$$

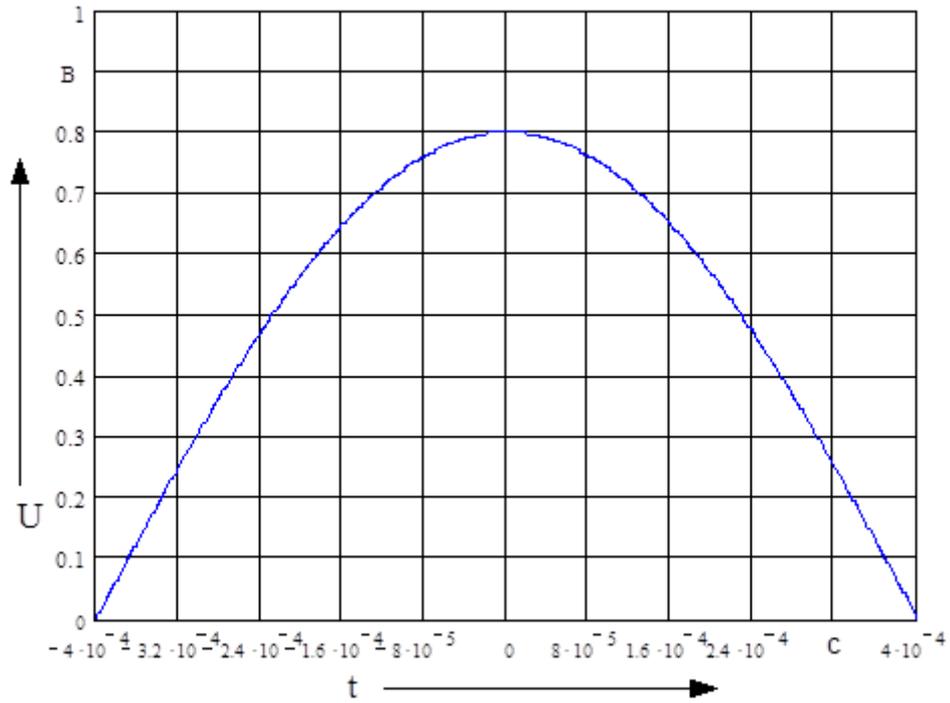


Рис. 3.6.

Вигляд модулю цієї функції, та зміни фази зображено на рис.3.6. Побудовано графік зміни фази, відповідно до того, що функція (1.11) створює осциляції, і в точці переходу кривої через 0 фаза змінюється на π радіан.

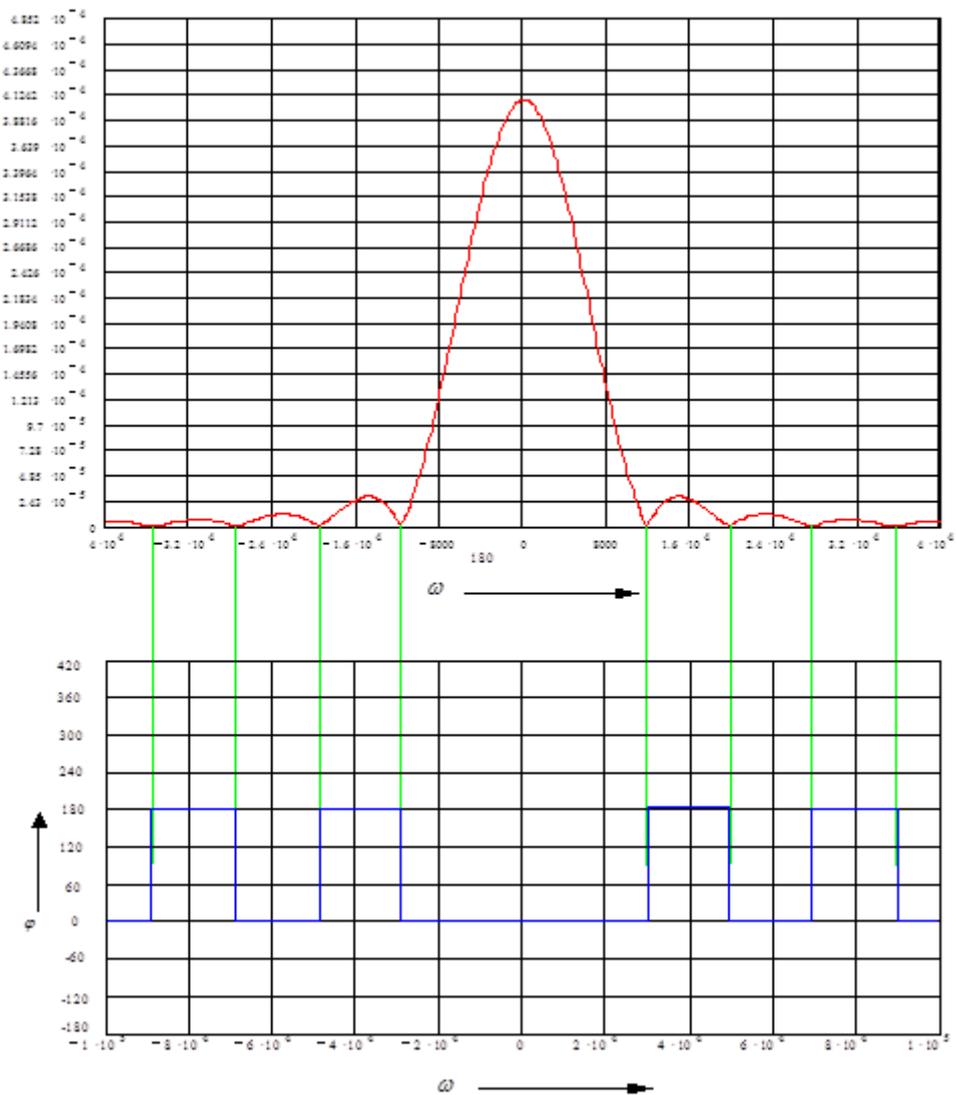


Рис. 3.7 щільність сигналу рис.3.6.

3.2 Розрахунок повної енергії сигналів

Одними з найважливіших характеристик сигналів, що визначають ККД передавача є значення потужності та енергії.

Є два можливих способи визначення, оскільки представлення існує часове та спектральне.

Енергію сигналу можна визначити за допомогою часової функції по формулі:

$$W = \int_{-\infty}^{\infty} U^2 dt \quad (3.12)$$

Представлення спектру сигналу, дає змогу визначити енергетичні характеристики по спектрам. Для неперіодичного сигналу, при початку сигналу з початку координат:

$$W = \frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} (\omega) d\omega \quad (1.13)$$

За умови симетричності сигналу відносно початку координат, (1.13) набуває вигляд:

$$W = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} F^2(\omega) d\omega \quad (1.14)$$

По формулі (1.12) можна розрахувати енергію сигнал зображеного на рис.3.1.

$$W_1 = \int_0^{0.0004} 0.8 dt = 2,56 * 10^{-4} \text{ Дж}$$

Енергію сигналу зображеного на рис.3.4 можна визначити за формулою (3.13) Щоб визначити межі інтегрування спочатку необхідно, визначити швидкість згасання функції. В якості меж інтегрування можна підставити орієнтовні значення t . Розрахувавши числове значення інтегралу збільшую прийняті межі в два рази, та порахую інтеграл. Підібравши, можна взяти верхню межу інтегрування $t_b = -0,0016$ с, нижня $t_n = 0,0016$ с.

За формулою (1.12):

$$W_2 = \int_{-0,0016}^{0,0016} (0,7 * e^{-(2*10^3)^2 t^2}) dt = 3.071 * 10^{-4} \text{ Дж.}$$

Таксамо визначимо енергію сигналу рис. 3.6.

$$W_3 = \int_{-4*10^{-4}}^{4*10^{-4}} (0.08 \cos(\frac{\pi t}{8 * 10^{-4}}))^2 dt = 2.56 * 10^{-4} \text{ Дж.}$$

3.3 Висновки

В третьому розділі я провів огляд спектрів сигналів, використовуючи інформацію, викладену в першому та другому розділах та додаткових наукових джерел.

Зробив розрахунки параметрів сигналів, відповідно до їх спектральних зображень.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Вступ

В дипломній роботі “Ідентифікація сигналів по їх спектральному відображенні” мною досліджувались сигнали за їх спектральним відображенням . Суб’єктом дипломної роботи є студент який проводить процеси визначення різноманітних параметрів сигналів по їх спектральним відображенню. Ця робота має користь для регулювання радіочастотного ресурсу, узгодження параметрів радіоприймальних та радіо передавальних пристроїв та систем. Розробка заходів охорони праці є необхідним, так як при роботі з електрообладнанням , потрібно дотримуватись загально-прийнятих норм та стандартів для безпечного виконання завдань .Займаною посадою є практикант.

Робоче місце знаходиться в лабораторії контролю радіочастот, яка має відповідати умовам що не суперечать рекомендаціям медико-соціальної експертної комісії.

В розділі охорона праці розглянемо шкідливі і небезпечні виробничі чинники, що виникають в приміщенні контролю радіочастот .

4.2 Аналіз умов праці на робочому місці суб’єкта дипломної роботи

Організація робочого місця суб’єкта ДР.

Робочим місцем являється лабораторія, в якій є використовується комп’ютери та офісна техніка. В приміщенні прямокутної форми довжиною 6 м, шириною 3,5 м площею 21 м² знаходяться 3 робочі місця. Таким чином на одне робоче місце працівнику відводиться 7м² (норма неменше 6 м²), загальний об’єм приміщення враховуючи висоту 3 м становить 63 м³(норма 20 м³ на людину) . Робочі місця повинні бути розташовані на відстані не менше ніж 1 м від стіни з вікном, і 1,4 м від звичайної стіни; відстань між

бічними поверхнями комп'ютерів має бути не меншою за 1,2 м; відстань між тильною поверхнею одного комп'ютера та екраном іншого не повинна бути меншою 2,5м. В даному приміщенні проводяться дослідження спектрів сигналів отриманих від стаціонарних та переїзних лабораторій, робочі місця оснащені комп'ютерами та офісною технікою для обробки даних.

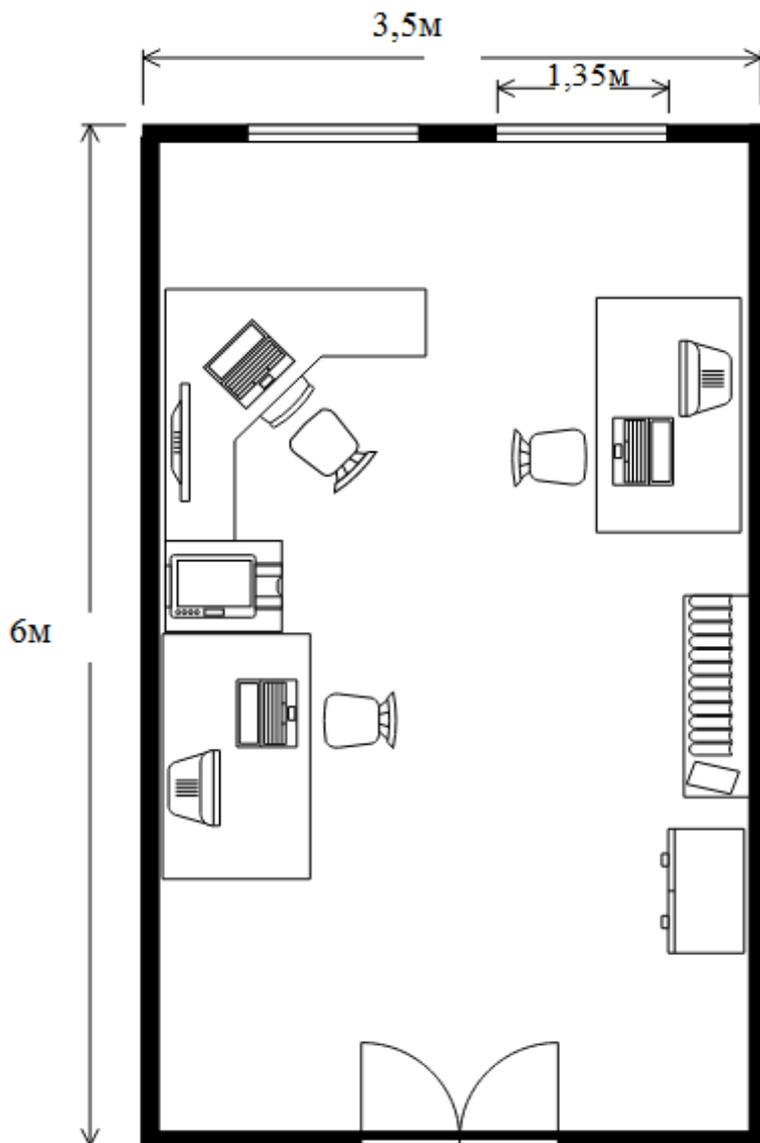


Рис.4.1 Схематичний план приміщення

Таблиця 4.1 Розміри приміщення в порівнянні з нормами.

Значення	Фактичне	Нормативне
Площа на працівника м ²	7	6

Об'єм на працівника м ³	21	20
------------------------------------	----	----

Джерелами шкідливих та небезпечних виробничих чинників являються:

- Системні блоки – 3 одиниці;
- ЖК монітори – 3 одиниці;
- Принтер – 1 одиниця;
- Кондиціонер – 1 одиниця;

Перелік шкідливих та небезпечних чинників

Фактори можуть бути небезпечними і шкідливими. Аналіз небезпечних і шкідливих факторів і їхня класифікація розглядається відповідно до Міждержавний стандарт ГОСТ 12.0.003-74 (1999) ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Фактори, що приводять до раптового погіршення здоров'я, називають небезпечними. До небезпечних виробничих факторів відносяться: небезпека поразки електричним струмом чи наявність статичної електрики. Фактори, вплив яких може призвести до погіршення стану здоров'я, зниження працездатності працівника, називають шкідливим.

Шкідливі фактори зв'язані з застосуванням токсичних речовин, виділенням пилу, парів, з різними електромагнітними і радіовипромінюваннями.

Широке промислове та побутове використання ПК актуалізувало питання охорони праці їхніх користувачів. Найбільш повним нормативним документом щодо забезпечення охорони праці користувачів ПК є "Державні санітарні норми і правила роботи з візуальними дисплейними терміналами (ВДТ) електронно-обчислювальних машин" ДСанПіН 3.3.2.007-98.

Дотримання вимог цих правил може значно знизити наслідки несприятливої дії на користувачів ПК шкідливих та небезпечних факторів, таких як:

- недостатнє освітлення робочого приміщення;
- дія статичної електрики;
- дія шуму і вібрації;
- дія електромагнітних полів (діапазон радіочастот: ВЧ, УВЧ і СВЧ),
- дія статичної електрики та інш.

Такі фактори супроводжують роботу з відеодисплейними матеріалами і можуть призвести до зорових, нервово-емоційних переживань та серцево-судинних захворювань. Виходячи з цього, необхідно забезпечити гігієнічні й ергономічні вимоги щодо організації робочих приміщень для експлуатації ВДТ, робочого середовища, робочих місць з ВДТ, режиму праці і відпочинку при роботі з ВДТ тощо.

Мікроклімат робочої зони

До мікроклімату робочої зони відносяться: температура повітря та поверхні, швидкість руху та відносна вологість повітря, а також за наеобхідності, нсенсивність теплового випромінювання.

В процесі виконання завдань використовується офісна та комп'ютерна техніка, яка має відповідати встановленим нормам. Така робота відноситься до категорії 1а відповідно до постанови: “ санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень” від 01.12.1999 № 42. [28]

Таблиця 4.2.Оптимальні умови

	Характеристика повітря		
	Температура (°C)	Вологість(%)	Швидкість (м/с)
Теплий період року	23 – 25	40 – 60	0,1
Холодний період року	22 – 24	40 – 60	0,1

Таблиця 4.3. Умови в приміщенні

	Характеристика повітря		
	Температура (°C)	Вологість(%)	Швидкість (м/с)
Теплий період року	23 – 24	40 – 57	0,09
Холодний період року	22 – 23	40 – 58	0,1

Порівнявши оптимальні та фактичні умови в приміщенні можна зробити висновок, що всі показники відповідають встановленим вимогам, отже мікроклімат робочої зони є комфортним для працівників.

Освітлення

Освітлення навчальної лабораторії може бути природним та штучним.

Природне, що створюється прямими сонячними променями та розсіяним світлом небосхилу;

Штучне, що створюється електричними джерелами світла;

Недостатнє освітлення – одна з причин низької продуктивності праці. Причина недостатності освітлення в робочому приміщенні зв'язана з недостатністю природного (відсутність або недостатня кількість світових проїомів, пасмурність, темна пора доби) або штучного освітлення (відсутність або недостатня кількість світильників, їх нераціональне розміщення, забруднення плафонів та інше). В умовах недостатнього освітлення очі працюючого сильно напружені, у людини знижується тиск та якість роботи, погіршується загальний стан. На органи зору негативно позначається й надмірне освітлення.

Надмірне освітлення, яке може бути визване наявністю зайвого штучного або природного освітлення, може привести до сліпоти, яка характеризується різким подразнюючими діями та різьбою в очах, при цьому очі працюючого швидко втомлюються та зорове сприйняття погіршується.

В розглянутому приміщенні застосовується загальне штучне освітлення. Для цього використовуються люмінесцентні лампи.

Заходи щодо покращення освітлення робочого місця

Особливу увагу необхідно приділити важливому з точки зору виробничій санітарії питанню освітлення на робочому місці.

Виробниче освітлення регулюється ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення». Освітлення на робочому місці повинно бути поєднаним (штучне та природне світло). Природне освітлення повинно бути боковим. При виконанні робіт з категорії високої зорової точності коефіцієнт природної освітленості повинен відповідати нормативним рівням (не нижче **1,5**), при зоровій роботі середньої точності – не нижче **1**.

Штучне освітлення в приміщеннях з робочим місцем, обладнаним ВДТ, має здійснюватись системою загального рівномірного освітлення. Як джерело штучного освітлення мають застосовуватись люмінесцентні лампи ЛБ.

Вимоги до освітлення приміщень та робочих місць під час роботи з ВДТ:

- забезпечення достатньо рівномірного розподілення яскравості на робочій поверхні монітора, а також в межах навколишнього простору;
- відсутність різких тіней на робочій поверхні;
- відсутність відблисків в полі зору (відсутність підвищеної яскравості поверхонь, які світяться та викликають осліплення);
- постійна величина освітленості під час роботи;
- оптимальність спрямованості світлового потоку і необхідного складу світла.

Застосування світильників без розсіювачів та екрануючих ґратів заборонено.

Статична електрика

Для інженера конструктора при роботі з ПК (персональними комп'ютерами) шкідливим фактором є вплив підвищеного рівня статичної електроенергії.

Заряд статичної електрики можуть виникнути при зіткненні або терті твердих матеріалів, при переписанні однорідних та різнорідних неповторюючих матеріалів та ін.

Статична електрика є джерелом значних перешкод, які впливають на точність відтворювання інформації, вона приводить до відказу елементів, є причиною виникнення пожег та вибухів; шкідливо діє на організм людини.

В ряду випадків електризація тіла людини та можливий розряд на землю або заземлені частини виробничого обладнання, а також електричний розряд з незаземленого обладнання через тіло людини на землю може викликати вкрай неприємні больові та нервові відчуття і бути причиною вільного скорочення м'язів людини, в результаті якого людина може одержати певну степінь механічної травми (порізи, удари, переломи, струс).

В результаті дії індукційного ефекту при пересування людини, тертя на одяг, обшивку столу, стільців, панелів обслуговуючого персоналу може зарядитися до потенціалу в 40кВ. Дія електричного розряду стає достатньо відчутною для людини при значенні потенціалу більше 3кВ, а при потенціалі більше 35кВ - спостерігається гостра судома. При більш високих значеннях струмів наслідки поразки стають більш важкими.

Електростатичні заряди можуть виникати як на діелектричних покриттях столів, підлоги, на деталях упаковки-розпаковки виробів, на ізольованих від землі паяльниках, пінцетах, корпусах виробів, так і на одязі інженера-конструктора.

Заряди статичної електрики утворюються на тілі інженера під час носіння одягу із синтетичних тканин, під час ходіння по синтетичних підлозі або килиму, під час роботи з наелектризованими виробами і матеріалами, внаслідок тертя об обшивку столів, стільців та інш.

Встановлено, що інженер-конструктор, який іде по сухому килиму, заряджається в середньому до 12 кВ. Максимальне значення потенціалу, до якого може зарядитись людина в результаті контакту взуття і одягу з поверхнею твердих діелектриків, досягає 40 кВ.

Розряд з інженера-конструктора на будь-який предмет чи на іншу людину, яка має відмінний від неї потенціал, може призвести до втрати працездатності, хворобливих відчуттів, зниженню продуктивності праці, а при певних умовах - до вибуху або пожежі.

Заходи безпеки від статичної електрики

Основний спосіб захисту від статичної електрики – відведення заряду в землю за допомогою електростатичного заземлення обладнання. Для попередження виникнення та захисту від статичної електрики в приміщенні необхідно використовувати нейтралізатори та зволожувачі. А підлоги повинні мати антистатичне покриття. Захист від статичної електрики повинна проводитися в відповідності з санітарно-гігієнічними нормами допустимої напруги електричного поля. Допустимий рівень напруги електричних полів не повинна перевищувати 20кВ на протязі однієї години, на робочому місці всі металеві та електропровідні матеріали, обладнання повинно бути заземлене.

Кваліфікація основних засобів захисту від статичної електрики приведена в ДСанПіН 3.3.6.096-2002 Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів.

Захист від шуму та вібрацій

Враховуючи віддаленість приміщення від зовнішніх джерел шуму та вібрацій (автомагістралі, будівництва, тощо), а можливими джерелами шуму в приміщенні є лише системи охолодження процесора та блоку живлення комп'ютерів, і робота принтеру, які неможуть перевищувати допустимих норм рівень шуму в 55 (дБА) [7].

Електробезпека

В даному робочому приміщенні немає джерел електробезпеки оскільки дотримані всі санітарні правила та вимоги [13] встаговлені

законодавством України зокрема постановою Головного державного санітарного лікаря України 10 грудня 1998 р. № 7.

Врто пам'ятати, що імовірними травмонебезпечними місцями можуть бути несправні розетки, неізольовані дроти, електроприлади без захисних корпусів. Травмуватися можна доторкнувшись до струмоведучих частин, до струмопровідних неструмоведучих елементів обладнання, що опинилися під напругою в результаті порушення ізоляції, а також ураження напругою та через електричну дугу.

Табл4.4 Характеристика електричної мережі

Характеристика електричної мережі	
Кількості фаз	2
Рід струму	Змінний
Напруга	220 В
Частота струму	50 Гц
Наявність заземлення	Наявне
Наявність подвійної ізоляції	Наявна
Наявність засобів захисного відключення тощо	Наявний засіб автоматичного вимкнення

4.3Розрахункова частина

Нормалізація освітлення робочого приміщення

Природне освітлення

В приміщенні, на одній з стін, наявні вікна, які забезпечують природне освітлення.

Можна отримати загальну площу вікон знаючи, що ширина становить 1,35 м. а довжина 2,30 м. і розміри їх ідентичні.

$$S_{\text{заг}} = (1,35 * 2,30) * 2 = 6,21\text{м}^2$$

Розраховую нормований коефіцієнт природної освітленості (КПО) для нашого регіону враховуючи розміщення вікон за формулою:

$$e_H = e * t;$$

де e – значення КПО з таблиці “норми природного та штучного освітлення виробничих приміщень”, а t – значення з таблиці “значення коефіцієнтів світлового клімату” світлового клімату

$$e_H = 1 * 0,90 = 0,90$$

Штучне освітлення

Факторами, що впливають на якість освітлення при використанні штучних джерел світла є : значення освітленості, мерехтіння та комфортності.

Відповідно до встановлених припустимих характеристик, освітленість робочої поверхні не має бути слабшою за 300 (лк); дискомфорт немає перевищувати 40; коефіцієнт мерехтіння не більше 15%.

Можна отримати значення освітленості в приміщенні з формули:

$$E_{\Phi} = \frac{F_{\text{л}} * N * n * h}{S * k_z * z};$$

тут $F_{\text{л}}$ – потік світла від лампочки;

N – загальна чило точок освітлення;

n – число лампочок в одній точці освітлення;

$n_{\text{сп}}$ – коефіцієнт використання світло-потоків;

S – площа приміщення;

k_z – сталий коефіцієнт

z – значення розсіяності світла

Для розрахунку параметру $n_{сп}$ спочатку визначаю індекс приміщення: $i = \frac{a*b}{(h_c*(a+b))} = 0,5$

$$n_{сп} = 0,33$$

де: a – ширина, b – довжина, h_c – висота на якій підвішені точки освітлення.

Використовуються світлодіодні лампочки $F_{л} = 2700$ лм.;

В приміщенні встановлено 4 точок освітлення, в кожній з них по 2 лампочки.

$$E_{\phi} = \frac{2700*4*2*0,33}{21*1,4*1} = 245 \text{ (лк)}$$

Порівнявши отримані данні з допустимими можна зробити висновок, що фактичне значення освітленості приміщення нижче встановленої норми, найпростішим способом підняти рівень освітленості до прийнятого буде – встановлення яскравіших лампочок з $F_{л} = 3500$ лм, завдяки чому цей показник буде в межах норми.

$$E_{\phi} = \frac{3500*4*2*0,33}{21*1,4*1} = 318 \text{ (лк)}$$

Висновок: У випадку недостатності природного освітлення необхідно задіяти джерела штучного освітлення в кількості принаймні 4 точок освітлення, в кожній з них по 2 лампочки.

Пожежна та вибухова безпека

Робоче приміщення належить до класу П-Па відповідно до [12], бо в ньому розміщені тверді та волокнисті речовини. По пожежній і вибухопожежній небезпеці будівля відноситься до категорії В.

В будівлі є два виходи: головний через парадний вхід та аварійний через вхід з заднього двору. Параметри порівнюються з нормативними [13] в таблиці 5.

Таблиця 4.5 Параметри будівлі в порівнянні з нормами.

Показник	Значення з нормативом (м.)	Реальне значення (м.)
Ширина дверного прорізу	$\geq 0,8$	1,1
Висота дверного прорізу	≥ 2	2,4
Ширина коридору	≥ 1	2
Кількість виходів з коридору	≥ 2	2
Ширина сходового маршу	≥ 1	1,2
Висота поручнів сходів	$\geq 0,9$	1

В приміщеннях з ЕОМ встановлені по два вуглекислотні вогнегасники ВВК-3,5 (ОУ – 5). В коридорах встановлені вогнегасники ВВК – 5 (ОУ – 7). З працівниками проводяться інструктажі з техніки безпеки, та навчання з евакуації. Також в будівлі встановлено систему пожежної сигналізації та вмонтовано датчики диму.

Враховуючи ці фактори можна зробити висновок, що всі норми пожежної безпеки дотримані.

4.4 Висновок

В результаті розрахунку встановлено, що в навчальній лабораторії, при достатньому природному освітленні (світлу пору доби, ясна погода) кількості та сумарної площі світлових проїомів достатньо для забезпечення відповідної освітленості робочого приміщення за державними стандартами України.

У випадку недостатності природного освітлення необхідно задіяти джерела штучного освітлення (необхідно задіяти джерела штучного освітлення в кількості принаймні 4 точок освітлення, в кожній з них по 2 лампочки.)

В нашій навчальній лабораторії таких світильників 8 одиниць. Отже можна зробити висновок що дане виробниче приміщення відповідає нормам ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення».

Лабораторія відповідає всім нормам та стандартам і є придатною для виконання визначення сигналів за їх спектральним відображенням, роботи з візуально-дисплейними терміналами за ДСанПіН 3.3.2.007-98 ("Державні санітарні норми і правила роботи з візуальними дисплейними терміналами (ВДТ) електронно-обчислювальних машин")

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Вступ

В дипломній роботі “Ідентифікація сигналів по їх спектральному відображенні” мною досліджувались сигнали за їх спектральним відображенням . Суб’єктом дипломної роботи є студент який проводить процеси визначення різноманітних параметрів сигналів по їх спектральним відображенню. В даному розділ я звертаю увагу на питання охорони навколишнього середовища оскільки, при роботі з електрообладнанням , потрібно дотримуватись екологічних норм та стандартів. Зокрема метою досліджень і є нормування та контроль параметрів радіохвиль, в першк чергу для того щоб були дотримані екологічні норми. .Займаною посадою є практикант. Робочми місцем являється лабораторія з проведення дослідження сигналів, яка має відповідати умовам що не суперечать рекомендаціям і правилам охорони навколишнього середовища.

5.1.Аналіз впливу радіовипромінювання та електромагнітного випромінювання на навколишнє середовище

Радіотехнології займають важливе місце в нашому житті, та приносять нам велику користь, даючи можливість спілкуватися на великих відстаннях, вести телевізійне мовлення та радіо мовлення, користуватися мережею інтрернет керувати приладами з дистанційним контролем та багато іншого.

Та зі збільшенням насичення радіохвиль навколишнього середовища вчені все більше звертають увагу на негативний вплив електромагнітних випромінювань на навколишнє середовище.

Електромагнітне поле (ЕМП) – особлива форма матерії, за допомогою якої здійснюється взаємодія між електрично зарядженими частинками. Воно складається з двох окремих полів – електричного та

магнітного. Силіві лінії цих полів взаємно перпендикулярні. Через електромагнітне поле передаються всі види електромагнітного випромінювання – від низькочастотного (радіохвилі) до високочастотного (рентгенівське та гамма-випромінювання).

Електромагнітне поле у просторі поширюється у вигляді електромагнітної хвилі, яка переносить енергію, замкнену в електричному та магнітному полях. Електричні та магнітні поля змінюються одночасно одне з одним. При цьому співвідношення між їх миттєвими значеннями завжди залишаються сталими. Лише на близьких від джерела відстанях, у так званій зоні несформованого поля, ця закономірність порушується.

Електромагнітні випромінювання створюють електромагнітні поля які можна описати, як певний вид невидимої людському оку матерії, в якій поєднуються електрична та магнітна складові [1]. Радіохвилі розповсюджуються зі швидкістю світла та мають частотну складову від 100 кГц до 300 ГГц. Діапазон радіохвиль регламентується міжнародними та відчизняними нормами та законами. Радіохвиля являється хвилею по своїй природі, бо постійно змінює свій стан, на відміну від магнітного поля землі, яке являється статичним. Радіовипромінювання має три основні складові: частота, амплітуда та модуляція. [4]

Частотною складовою є параметр, що характеризується кількістю коливань, що хвиля здійснила за одну секунду, виражаються в герцах (Гц.).

Біологічний вплив радіовипромінювання та електромагнітних полів.

При високому рівні опромінення електромагнітним випроміненням досліджено, що вплив здійснюється по тепловій складовій, а при низькому рівні впливу рівня частоти вищому за 300 МГц, менше 1 мВт/см² виявлено нетепловий характер впливу на живі організми. Зокрема негативний вплив при нетепловій природі дії, існує шкода для нервової системи, імунної та статевої.

Зовнішній шар шкіри людини, поглинає випромінювання радіохвиль, наслідком є виділення тепла, отже при тривалій вплив потужних радіохвиль, може привести до важких наслідків, так як підвищення температури крові людини всього на 4°C може привести до згортання крові, але наприклад очі ще більше піддаються цьому негативному фактору, по причині низького насичення кров'ю, наслідком чого є низький теплообмін.

Та нагрів є лише одним з можливих факторів впливу на здоров'я людини. Можливе також порушення діяльності нервової системи та головного мозку, погіршення кровотоку, так як в крові є хімічні елементи, що піддаються впливу електромагнітних випромінювань, та навіть можливі порушення структури клітинної структури та мутації в генах. Вплив на мозок та нервову систему може здійснюватись тому, що електромагнітні поля можуть порушувати роботу обміну сигналів в мозку та нервових закінченнях дивих організмів. Кровообмін потенційно піддається впливу, бо в складі крові є хімічні елементи, які піддаються впливу електромагнітних полів. Зокрема кров багата на залізо, яке по своїй природі є феромагнетиком.

При високому рівні опромінення електромагнітним випромінюванням досліджено, що вплив здійснюється по тепловій складовій, а при низькому рівні впливу рівня частоти вищому за 300 МГц, менше 1 мВт/см² виявлено нетепловий характер впливу на живі організми. Зокрема при нетепловому впливі існує шкода для нервової системи, імунної та статевої.

Дослідження впливу цих факторів проводяться на різних клітинних культурах та тваринах, що дає більш чітку картину впливу радіовипромінювань на навколишнє середовище. Для людей спосерігається акумулювання негативних факторів при багатолітньому впливі електромагнітний випромінювань. При довготривалому впливі можливі збої в

функціонуванні нервової системи, онкологічні захворювання, ендокринні захворювання, зниження рівня імунітету.

Просліджено зв'язок впливу електромагнітного випромінювання в залежності від інтенсивності випромінювання.

За інтенсивності 6 мВт/см^2 можуть проявлятися зміни в функціях роботи статевих залоз, в властивостях крові, печінки, просліджувався вплив на роботу нервової системи та мозку.

При інтенсивності до 100 мВт/см^2 виникають патології серцево-судинної системи, може виникнути катаракта. Тривале опромінення спричиняє негативні наслідки в тканинах організму людини, спостерігаються больові відчуття.

5.2. Аналіз основних джерел впливу радіохвиль і електромагнітного випромінювання та наслідків їх впливу на людину та навколишнє середовище.

Джерела впливу електромагнітного випромінювання оточують нас посюди. В побуті людина стикається з такими радіотехнологіями та джерелами електромагнітного випромінювання:

- стільниковий зв'язок;
- радіоприймальні антени;
- радіопередавальні антени;
- безпроводні пристрої;
- сканери в аеропортах та супермаркетах;
- електроприлади ;
- ЛЕП.

- Wi-Fi роутери

Джерела енергії ЕМП радіочастотного діапазону поділяються на технологічні (основні) та додаткові. До технологічних належать плавильні або гартувальні контури, пластини конденсаторів, фідерні лінії. У радіотехнічних пристроях це генератори та ЗВЧ-блоки, антенні системи, елементи хвилеводних трактів. До додаткових джерел належать виносні трансформатори, батареї конденсаторів змінного струму. У радіотехнічних пристроях додатковими джерелами є неякісно екрановані ВЧ-елементи передатчиків і пристроїв складання потужностей та роздільних фільтрів, неекрановані лінії передачі електромагнітної енергії на антени.

Напруга електричного поля вимірюється у вольтах на метр – В/м, а магнітного поля – в амперах на метр – А/м. Інтенсивність електромагнітного поля з різними хвилями, що діють на працівника, оцінюється за величиною щільності потоку енергії, яка падає на одиницю поверхні, і виражається у ватах на квадратний метр (Вт/м²) або в довільних одиницях: міліватах, мікроватах на квадратний сантиметр (мВт/см², мкВт/см²). [4]

Стільниковий зв'язок, та мобільні телефони



Рис.5.1 Вежа стільникового зв'язку

Принцип дії системи мобільного стільникового зв'язку полягає в тому, що абонент, який знаходиться в зоні дії БС, за допомогою стільникового телефону через радіоканал з'єднується з базовою станцією (BTS 1), у зоні дії якої він перебуває; далі сигнал від BTS 1 через мережу контролерів і комутаторів передається до необхідної БС (BTS 2), що може знаходитися на відстані сотень кілометрів, та встановлюється зв'язок з іншим абонентом.

Мобільні телефони розповсюджують електромагнітне випромінювання тому існують шкідливі та небезпечні фактори впливу на здоров'я людини. Електромагнітне випромінювання мобільного телефону нездатне викликати іонізацію в людському організмі, але може спричиняти нагрів в локальних зонах тканин людей.

Відповідно до звів ВОЗ, випромінювання систем стільникового зв'язку є “ймовірно канцерогенним”

Мобільні телефони працюють на частотах 880 – 2170 МГц, яка залежить від стандартів зв'язку, потужність випромінювання не перевищує 2 Вт. При

стандарті GSM- 900 частота має парні смуги радіочастот 890 – 915 МГц; 935-960 МГц . Для GSM – 900 потужність випромінювання складає 1 – Вт. Складова модкляції для цього стандарту дорівнює 217 Гц.

Досліди на пацюках, проведені МОЗ Великобританії довели негативний вплив, стільникового зв'язку на пам'ять гризунів, що свідчить про вплив на мозок та нервову систему мобільних телефонів. Під час досліду щурів розділили на дві групи одна з яких піддавалася впливу випромінювання а інша ні, кожного місяця вчені перевіряли можливості щуків, до запам'ятовування. По закінченню експерименту було зроблено висновок, що група яка піддавалася впливу випромінювання має гіршу здатність орієнтування в знайомих місцевостях.

Приводяться факти, що люди які спілкуються по мобільному телефону по дві і більше годин на добу частіше скаржаться на: головні болі, погіршення пам'яті та взагалом погане самопочуття.

Доведено, що Wi-Fi мережі самостійно не несуть шкідливого впливу на здоров'я людини. В сумі весь вплив на організм впродовж року еквівалентний двадцятихвилинній розмові по телефону, дані приводилися, Всесвітньою організацією охорони здоров'я.

Сканери в супермаркетах, працюють в мікрохвильовому діапазоні, вплив таких сканерів не є шкідливим для організму людей.

Що до ЛЕП то доведено, що люди які перебувають в зонах ліній електро постачання, напруженість поля приблизно дорівнює 5 кВ/м, частіше скаржаться на погіршення самопочуття, нудоту, головний біль, частіше втомлюваність. Також є дослідження того, що рослини які ростуть біля високовольтних ЛЕП частіше мають нетипову форму та структуру.

5.3. Рекомендації, щодо зниження впливу шкідливих чинників радіохвиль та електромагнітного випромінювання на людину та навколишнє середовище.

Для захисту від негативного впливу електромагнітного випромінювання існують норми та закони, що регулюють рівень впливу на навколишнє середовище.

Для зниження впливу на навколишнє середовище зокрема виконуються такі дії : обрання такого обладнання, яке під час своєї роботи, не перевищує гранично допустимі рівні інтенсивності та тривалості випромінювання встановлені державними стандартами.

При неможливості зменшення інтенсивності випромінювання доводиться зменшувати час перебування людей біля джерела, або сам період його дії.

Захист може здійснюватись за допомогою дистанціювання від випромінювачів. Падіння інтенсивності обернено пропорційне відстані в квадраті, така міра застосовується при неможливості застосування інших засобів захисту. Для захисту від шкідливого впливу ЕМП, навколо РТО встановлюють санітарно-захисні зони і зони, в яких існує обмеження забудови. Доступ до зони з підвищеним рівнем електромагнітного випромінювання обмежується державними стандартами їх огорожують та в них встановлюють відповідні попереджувальні знаки та написи [2]. При обранні місця для встановлення РТО враховується потужність передавачів, характеристики спрямованості, висоти знаходження антени відносно поверхні та будівель навколо, та конструкції самих антенних пристроїв. Ці заходи здійснюються з метою не перевищення ГДР ЕМП в місці забудови.

Таблиця 5.1 ГДР ЕМП [3]

№ діапазону	Метричний розподіл	Частоти	Довжина хвиль	ГДР
5	Кілометрові хвилі(низькі частоти)	30:300кГц	10:1 км	25 В/м
6	Гектаметрові хвилі (середні частоти)	0,3:3МГц	1:0,1 км	15 В/м
7	Декаметрові (високі частоти)	3:30МГц	100:10 м	(3 1j L) В/м
8	Метрові хвилі	30 – 300	10 – 1 м	6 В/м

При будівництві поблизу РТО та ЛЕП використовуються технології, що дозволяють знизити рівень впливу впряміювань на людей, в конструкціях вмонтовуються захисні екрани. Екранувати електромагнітне випромінювання можуть: сталеві конструкції сітки, решітки, щити, спеціальні фарби , тощо. Для захисту від впливу випромінювання заштукатурюють в стіни попередньо заземлені сталеві сітки.



Рис.5.2 Використання сталевий сітки для екранування від електромагнітного випромнювання

Також в зонах з підвищеним рівнем ЕМВ працівники використовують спецодяг з відбиваючими матеріалами, та спецзасоби: захистні окуляри з поглинаючих ЕМВ матеріалів, взуття з вставками з екрануючим ефектом, тощо.

Для людей, що перебувають поблизу електромагнітного поля частотою 50 Гц. напруженість якого має діапазон від 5 до 20 кВ/м необхідно скористатись співвідношенням:

$$T = \left(\frac{50}{E}\right)^2 - 2 \quad (5.1)$$

Тут: T – припустимий час перебування(год), E – реальна напруженість, в зоні дії поля(кВ/м.).

Для прикладу можна вирахувати час перебування при реальній напруженості електромагнітного поля $E=17$ кВ/м. час перебування немає перевищувати 1 годину без захисних засобів.

$$T = \left(\frac{50}{E}\right) - 2 = \left(\frac{50}{17}\right) - 2 = 1 \text{ год} \quad (5.2)$$

Якщо напруженість поля нереввищує 3 кВ/м, то допускається перебування протягом без засобів захисту.

При показниках напруженості ЕМП Від 20 до 25 кВ/м час перебування не може становити більше $10 \text{ хв} = 1/6 \text{ год}$.

В умовах дії декількох джерел випромінювання рівен ЕМП, який сформовано всіма джерелами випромінювань має відповідати співвідношенню:

$$\frac{E_1}{E_{ГДР1}} + \frac{E_2}{E_{ГДР1}} + \frac{E_n}{E_{ГДР1}} + \frac{\Gamma_{ПЕ1}}{\Gamma_{ПЕ_{ГДР1}}} + \frac{\Gamma_{ПЕ2}}{\Gamma_{ПЕ_{ГДР2}}} + \frac{\Gamma_{ПЕn}}{\Gamma_{ПЕ_{ГДРn}}} = 1; \quad (5.3)$$

Електромагнітне поле 10 – 30 кГц.

Визначення припустимого часу перебування при такому частотному діапазоні виявляється за такими критеріям:

- ЕМВ оцінюється та формується по окремим складовим поля чи полів, залежно від часу дії на людину;

- ГДР інтенсивності електричної та магнітної складових полів протягом 8 годин складає 500 В/м (для електричного) та 50 А/м для магнітного;

При дії електромагнітного поля за одну зміну в 8 годин допустимий час перебування можна виразити формулою:

$$T = 8 * \left(\frac{E_{ГДР}}{E_{\phi}}\right)^2; \quad (5.4)$$

тут : E_{ϕ} – фактична складова напруженості електричної складової поля частотного діапазону 10 – 30 кГц, В/м;

T- припустимий час перебування в зоні випромінювання(год).

Наприклад можна розрахувати припустимий час перебування в ЕМП електрична складова якої рівна 400 В/м:

$$T = 8 * \left(\frac{E_{ГДР}}{E_{\phi}} \right)^2 = 8 * \left(\frac{500}{400} \right)^2 = 12,5 \text{ год.}; (5.5)$$

Для магнітної складової:

$$T = 8 * \left(\frac{H_{ГДР}}{H_{\phi}} \right)^2; (5.6)$$

Тут: $H_{ГДР}$ – гранично допустимий рівень магнітної складової, а H_{ϕ} – фактичне значення.

Наприклад при ітенсивності магнітної складової в 42 А/м:

$$T = 8 * \left(\frac{50}{42} \right)^2 = 11 \text{ год.}; (5.7)$$

Енергетичну експозицію визначають також по окремим складовим ЕМВ.

Для Електричної складової існує формула:

$$EE_E = E^2 * T, (5.8)$$

де : EE_E – енергетична експозиція по електричній складовій;

E – фактична напруженість електричного поля;

H – напруженість магнітного поля;

T – час дії впродовж 8 годинної робочої зміни

А для Електричної складової формула:

$$EE_H = H^2 * T, (5.9)$$

де: Н – магнітна складова.

Можна вирахувати значення енергетичної експозиції по електричній складовій при напруженості електричного поля в 400 В/м і часом перебування 5 годин:

$$E E_E = E^2 * T = 400^2 * 5 = 8 * 10^5 (5.10)$$

Для магнітної складової складовій при напруженості електричного поля в 42 В/м і часом перебування 5 годин:

$$E E_H = H^2 * T = 42^2 * 5 = 8820 (5.11)$$

5.4 Висновки

В розділі охорона навколишнього середовища, мною проводився огляд чинників, які відносяться до об'єкту мого дослідження, а саме електромагнітного випромінювання та радіохвиль. Було здійснено аналіз джерел випромінювання та ступінь їхнього впливу на довкілля. На основі опрацьованої наукової інформації, нормативно-правових актів, санітарних норм та стандартів, мною проведено роботу по розробці рекомендацій та заходів, що до зниження впливу електромагнітного випромінювання на навколишнє середовище, проведено розрахунки його впливу на довкілля.

Для вирішення проблем впливу електромагнітного випромінювання на навколишнє середовище необхідно розробити та впровадити :

- чіткі стандарти та норми захисту навколишнього середовища для нашого часу;
- нові методи та алгоритми зменшення негативного впливу електромагнітного випромінювання;
- технології для захисту навколишнього середовища від негативного впливу;

- прогресивні засоби моніторингу та оцінки екологічного стану довкілля.

В перспективі на майбутнє нові більш досконалі методи вивчення впливу електромагнітного випромінювання на екологічний стан, дозволять створити досконаліші засоби та алгоритми захисту від негативного впливу радіохвиль та електромагнітного випромінювання.

ВИСНОВКИ

На першому етапі виконання дипломної роботи було проведено огляд та аналіз основних понять, теоретичних дани з наукових та науково-популярних джерел.

Здійснено опис об'єктів досліджень, на основі чого виконано систематизацію певного обсягу теоретичного матеріалу. Проведено дослідження радіотехнологій, та радіочастотного ресурсу.

Далі мною виконана задача по проведенню досліджень спектрів сигналів радіодіапазону, за допомогою аналізатору спектру сигналів, який я навчився налаштовувати попередньо.

Опираючись на наукові матеріали опрацьовані мною, мені вдалося здійснити розрахунки сигналів за їх спектральним відображенням.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ГОСТ 12.1.006 — 84 «Электромагнитные поля радиочастот»
2. Наказ міністерства охорони здоров'я України 01.08.1996 “ДЕРЖАВНІ САНІТАРНІ НОМИ І ПРАВИЛА захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань.”
3. НАКАЗ 01.08.1996 № 239 “Про затвердження державних санітарних правил та норм”
4. Управління держпраці в Рівненській області
5. ДСТУ Б В.2.5-82:2016 Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом
6. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок засобів. Затв. наказом Мінпраці від 21.06.01 № 272.
7. Технічний регламент безпеки низьковольтного електричного обладнання. Затв. постановою Кабінету Міністрів України від 29.10.2009 № 1149.
8. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою
9. ДСТУ Б В.2.5-38:2008 Інженерне обладнання будинків і споруд. Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд
10. ДСТУ 2272:2006 Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять
11. ДСТУ 2273:2006 Протипожежна техніка. Терміни та визначення основних понять
12. ГОСТ 12.1.018-93 Система стандартів безпеки труда. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования

(Система стандартів безпеки праці. Пожежовибухонебезпека статичної електрики. Загальні вимоги).

13. Яворський Б. М. Довідник з фізики: для інженерів та студентів вищих навч. закладів / Б. М. Яворський, А. А. Детлаф, А. К. Лебедев. — Т. : Навчальна книга-Богдан, 2005. — 1034 с. — ISBN 966-692-818-3.
14. Енциклопедія українознавства / Наукове товариство імені Шевченка. — Париж, 1955—2003.
15. Проектирование, оптимизация и моделирование SDR. URL: <http://ns1.ecomp.ru/leader-r/review/2187/doc/59223/>
16. Seeds A. Microwave photonics // IEEE Trans. microw. theory tech. 2002. Vol. MTT-50, № 3. P. 877-887.
17. Le Nguyen Binh. Photonic signal processing. Technics and applications. Boca Raton: CRC Press, 2007. 376 p.
15. Photonic approach for microwave spectral analysis based on Fourier cosine transform / Yun Wang, Hao Chi, Xianmin Zhang, Shilie Zheng, Xiaofeng Jin // Optics let. 2011. Vol. 36, № 19. P. 3897-3899.
16. Быстров Ю.А., Мироненко И.Г. Электронные цепи и устройства: Уч. пособие для ВУЗов. – М.:Высш.шк., 1989.- 287с.
17. Измерения в электронике: Справочник/ В.А.Кузнецов, В.А.Долгов, В.М.Коневских и др.; Под ред. В.А.Кузнецова. М.:Энергоиздат,1987.- 512с.
18. Морган Д. Устройства обработки сигналов на поверхностных акустических волнах: Пер. с англ. –М.:Радио и связь, 1990. - 416с.
19. Глосарій термінів з хімії // Й.Опейда, О.Швайка. Ін-т фізико-органічної хімії та вуглехімії ім. Л.М.Литвиненка НАН України, Донецький національний університет — Донецьк: «Вебер», 2008. — 758 с. — ISBN 978-966-335-206-0

20.

http://www.tehencom.com/Categories/Spectrum_Signal_Analyzers/Theory/Tektronix_Guide_to_Real_Time_Spectrum_Analysis.pdf

21. Software Defined Radio. Edited by Walter Tuttlebee. / W. Tuttlebee // John Wiley & Sons, Ltd — 2002. — 402 pp. 7. Software Defied Networks A Comprehensive

22. Approach Edited by Paul Göransson Chuck Black. / W. Tuttlebee // John Wiley & Sons, Ltd — 2002. — 353 pp. 8. Cognitive Radio Communications and Networks

23. Edited by Alexander M. Wyglinski. / W. Tuttlebee // John Wiley & Sons, Ltd — 2010. — 737 pp. 9

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

РТО – радіотехнічні об'єкти.

ГДР – гранично допустимий рівень.

ЕЕ – енергетична експозиція.

БС – базова станція стільникової мережі

ДХ – довгі хвилі

СХ – середні хвилі

КХ – короткі хвилі