

# ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕЛЕРАДІОМОВНИХ СИГНАЛІВ ЗА ДОПОМОГОЮ RTL-SDR ПРИЙМАЧА

Виконав: ст. гр. РЗ-15

Кузик О.В.

Керівник: к.т.н, доцент  
каф.ТКСТБ

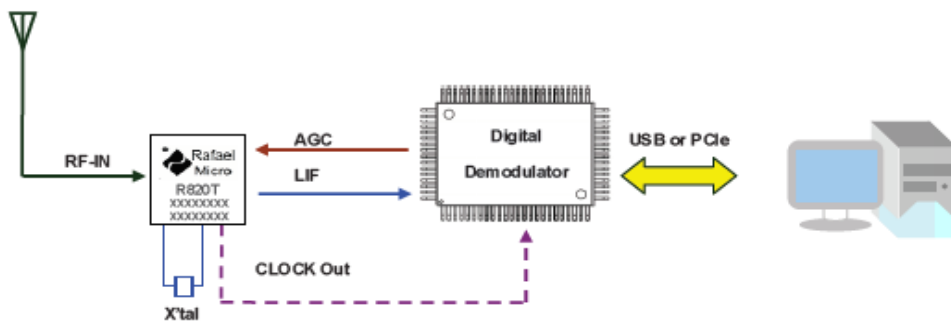
Кононов С.П.

## **Мета:**

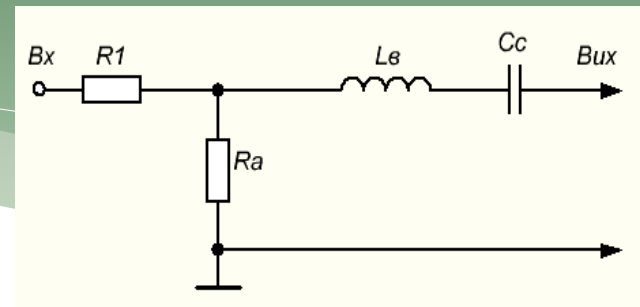
Метою даної дипломної роботи є впровадження лабораторних робіт для дослідження та вимірювання телерадіомовних сигналів за допомогою RTL-SDR приймача

## **Актуальність:**

RTL-SDR приймач разом з персонального комп'ютера дає можливість вимірювати параметри реальних радіосигналів. Така техніка прийшла на заміну апаратним приймачам сигналів з різними модуляціями. В даній роботі розробляється лабораторний навчальний стенд на основі RTL-SDR приймача



**Схема приймача**

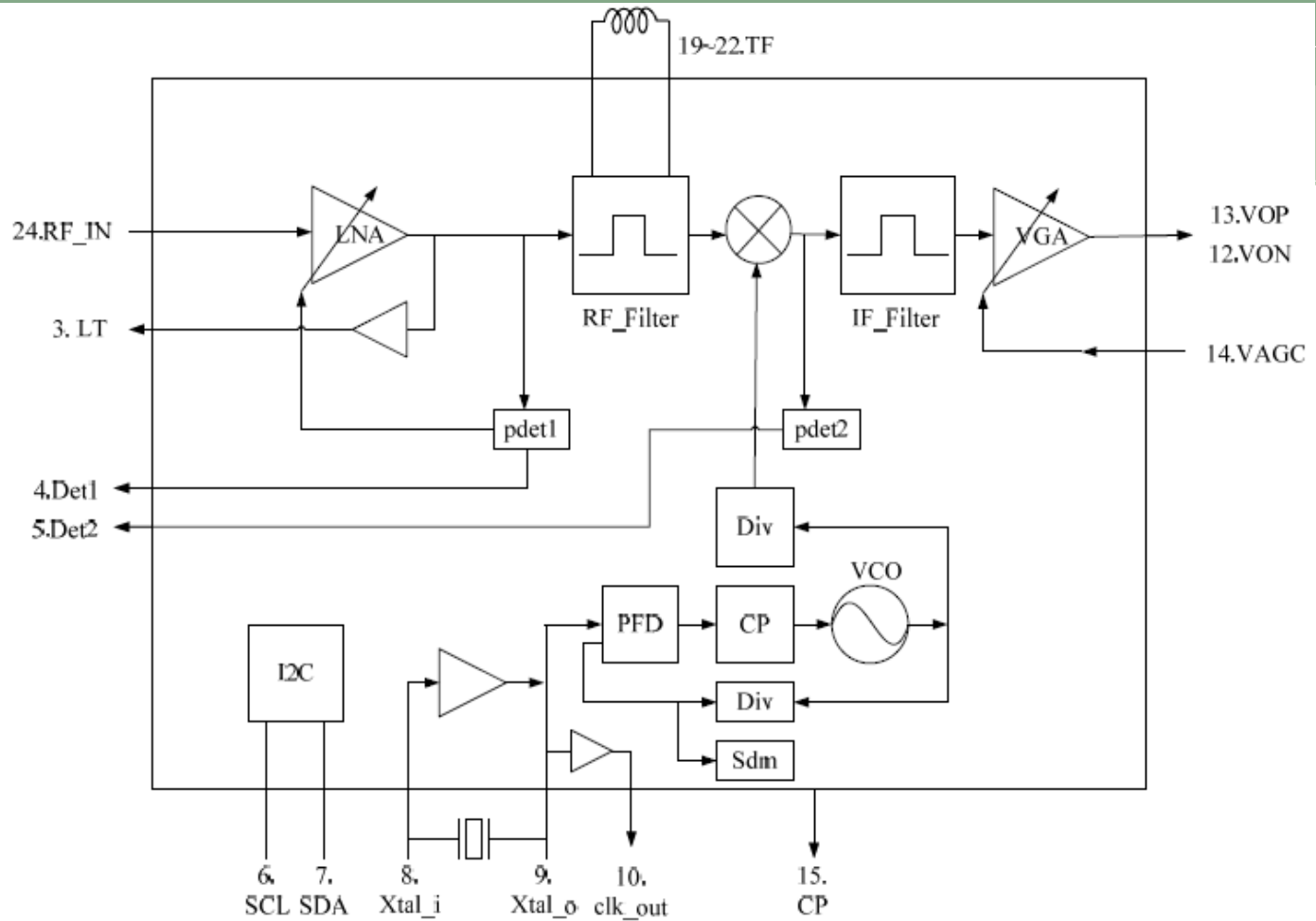


**Еквівалент антени**

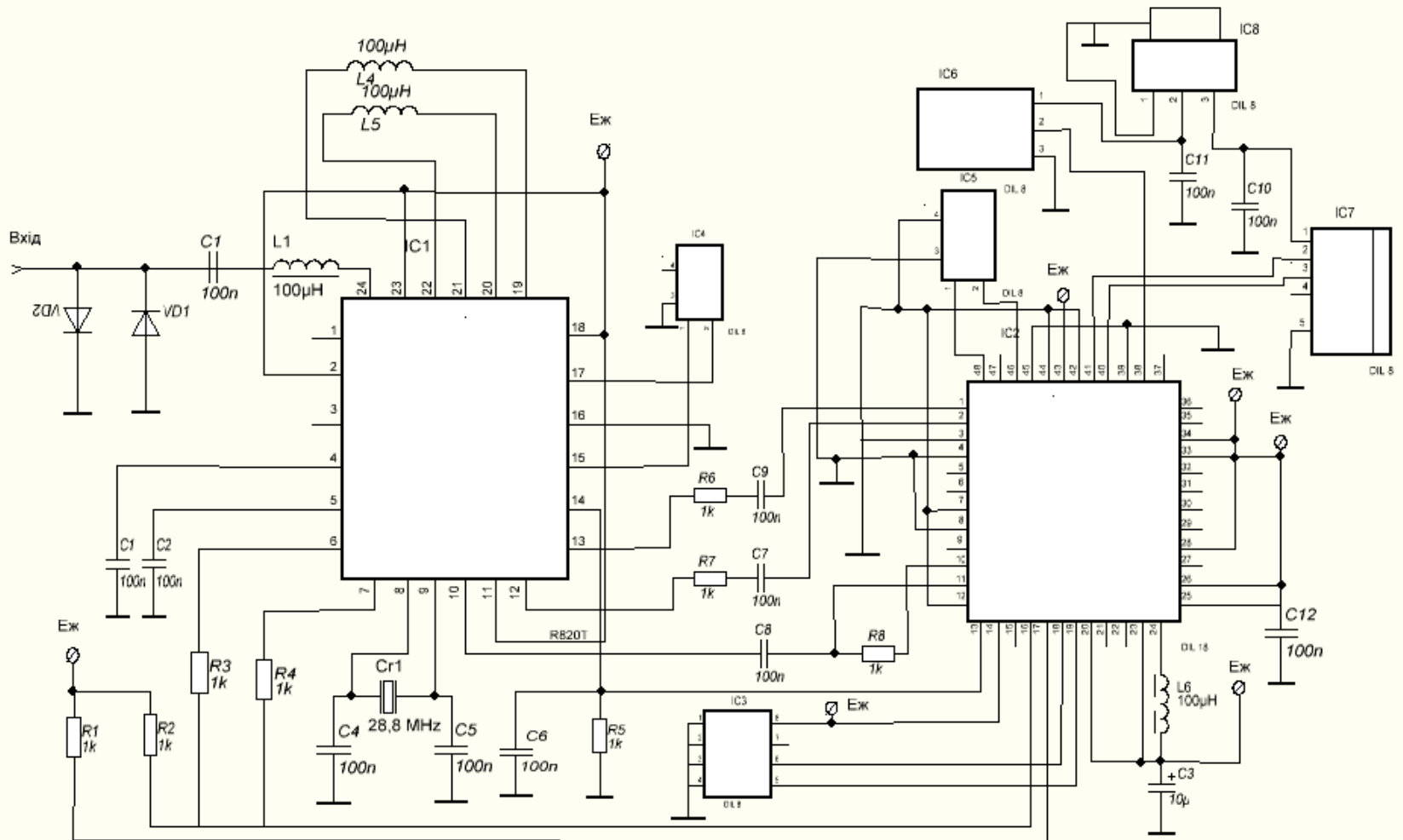
	DI (см)	A (см)	F1 (МГц)	F2 (МГц)	Fp (МГц)	Cc (пФ)	Lb (мкГн)	(R1 Ом)	Hd (м)	Ra(Ом)
1	12	3	65	108	28	9,795	5,45	49,69	0,06	0,31
2	12	3	150	230	28	9,795	5,61	48,71	0,061	1,288
3	12	3	614	702	28	9,795	8,599	27,15	0,079	22,84

**Результати розрахунків**

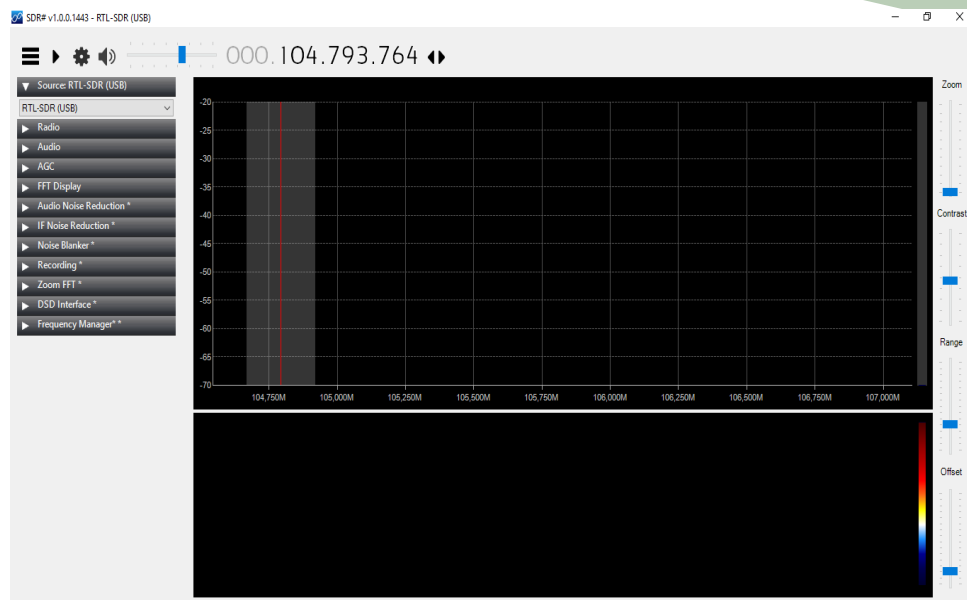
# Структурна схема мікросхеми



# Схема електрична принципова



# Інтерфейс програми та плеєра



**Інтерфейс програми SDRsharp**

**Інтерфейс плеєра**

# Лабораторна робота № 1 "Вимірювання параметрів радіомовних сигналів діапазону УКХ"

## Лабораторна робота № 1 "Вимірювання параметрів радіомовних сигналів діапазону УКХ"

Мета – навчитися працювати з радіоприймачем RTL-SDR, ознайомитися з можливістю програми SDRSharp, дослідити стан ефіру в УКХ діапазоні, виміряти основні параметри радіомовного сигналу.

### Стівні теоретичні відомості...

#### Домашнє завдання

1. Вивчити теоретичний матеріал із запропонованої теми і підготувати форму звіту.
2. Ознайомитися з програмою SDRSharp.
3. Вивчити методіку програми експериментів

#### Лабораторне обладнання

1. Приймач RTL-SDR.
2. Програмний пакет SDRSharp.
3. Персональний комп'ютер з операційною системою Windows 10.
4. Генератор стандартних сигналів Г4-116.
5. Еквівалент антени.

#### Опис лабораторної установки

В даній роботі використовується дві лабораторні установки які зображені на рис. 1, 2.

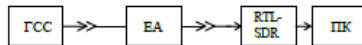


Рисунок 1 – Схема лабораторної установки 1

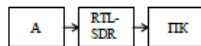


Рисунок 2 – Схема лабораторної установки 2

Лабораторні установки складені з таких вузлів: ГСС – генератор стандартних сигналів, EA – еквівалент антени, RTL-SDR – радіоприймач, ПК – персональний комп'ютер, А – антена.

Дана установка працює від генератора стандартної напруги, після того як на ГСС виставляються початкові дані вони передаються на еквівалент антени. З еквівалента антени вони потрапляють на вхід RTL-SDR приймача, який підключений через USB до персонального комп'ютера, після обробки приймачем вони потрапляють на монітор ПК. Важливим є те, що даний RTL-SDR приймач працює також безпосередньо з антенною. На рис. 2 зображено схему лабораторної установки 2.

#### Порядок виконання роботи

1. Зібрати схему лабораторної установки 1 (рис. 1).
2. Подати випробувальний сигнал від генератора стандартних сигналів з параметрами виходу, які задані викладачем.
3. Виміряти рівень вхідного сигналу, визначити за вимірним рівнем вхідного сигналу в дБ напругу на виході радіоприймача.
4. Знайти співвідношення сигнал/шум на виході установки.
5. Визначити частотні параметри прийнятого від генератора радіосигналу: центральну частоту, ширину спектру (з послабленням -3дБ, -10дБ, -30дБ). Зарисувати форму спектру.
6. Виміри по пунктах 2-5 виконати для трьох значень девіації частоти і двох рівнів напруги, які задаються викладачем.
7. Зібрати схему лабораторної установки 2 (рис. 2).
8. Дослідити стан ефіру в УКХ - діапазоні, з'ясувати кількість радіостанцій, що працюють у цьому діапазоні.
9. Визначитися з умовами прийому всіх знайдених радіостанцій: центральною частотою, усередненого рівнем сигналу, співвідношенням сигнал/шум. Оцінити якість мовлення.
10. Дослідити позасмугові та бічні випромінювання радіо передавачів, знайдених функцій.
11. Знати усереднену частотну залежність рівня завод в УКХ – діапазоні.
12. Зробити висновки по результатам проведених експериментів.

#### Методичні вказівки

Зібравши схему лабораторної установки 1, (рис.1), запустити програму SDRSharp кнопкою Start. Задати початкові параметри на генераторі стандартних сигналів: девіація частоти 50кГц, центральна частота 100МГц, частота модуляції 1000 Гц.

Рівень напруги на виході приймача визначити з формули (1).

$$L_w = 20 \lg \frac{U_w}{U_0}; \quad (1)$$

де  $U_0$  - порогова напруга,  $U_0 = 1\text{мВ}$ .

Співвідношення сигнал/шум на виході установки знаходити з виразу (2).

$$\frac{C}{\text{Ш}} = 20 \lg \frac{U_c}{U_w}; \quad (2)$$

Зібравши схему лабораторної установки, показану на рис. 5.7, запустити програму SDRSharp нажавши на кнопку Start. Перегорнути спектр УКХ – діапазону за допомогою ЛКМ визначити дані в значених пунктах. За допомогою частотного маркера, який пересувається заклавиш ЛКМ, виміряємо дані для образунка. На рис. 3 зображено приклад спектру і спектрограми сигналу радіомовної станції УКХ діапазону на якому видно: VFO – частоту в даному спектрі, Peak – максимальний рівень сигналу в даній частоті, Floor – усереднений рівень шумів, SNR – співвідношення сигнал/шум.

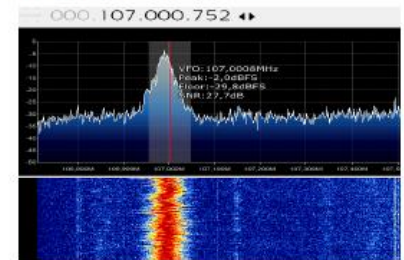
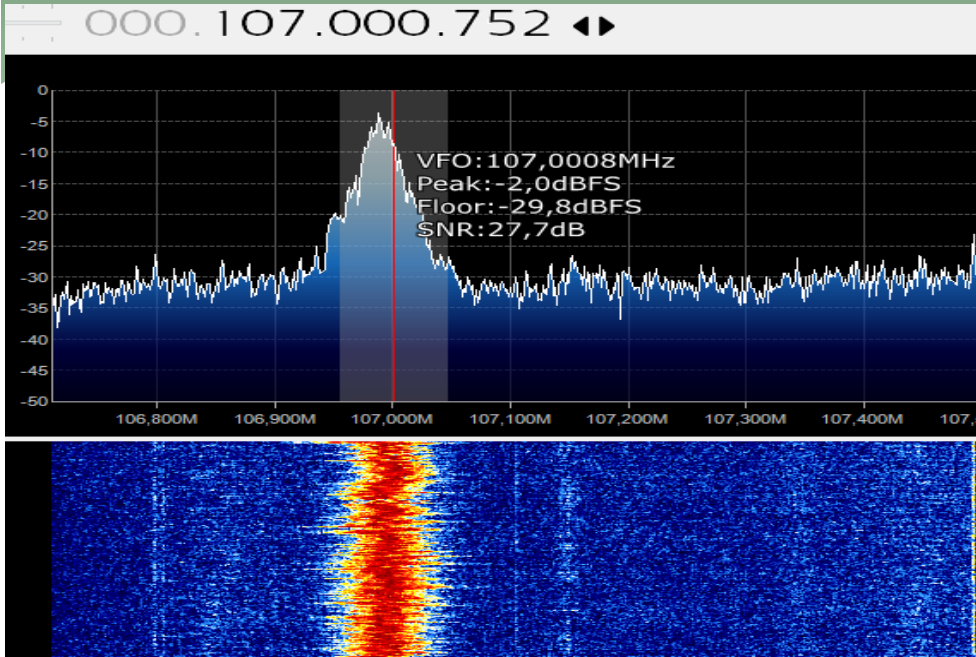


Рисунок 3 – Спектр і спектрограма сигналів станції УКХ діапазону

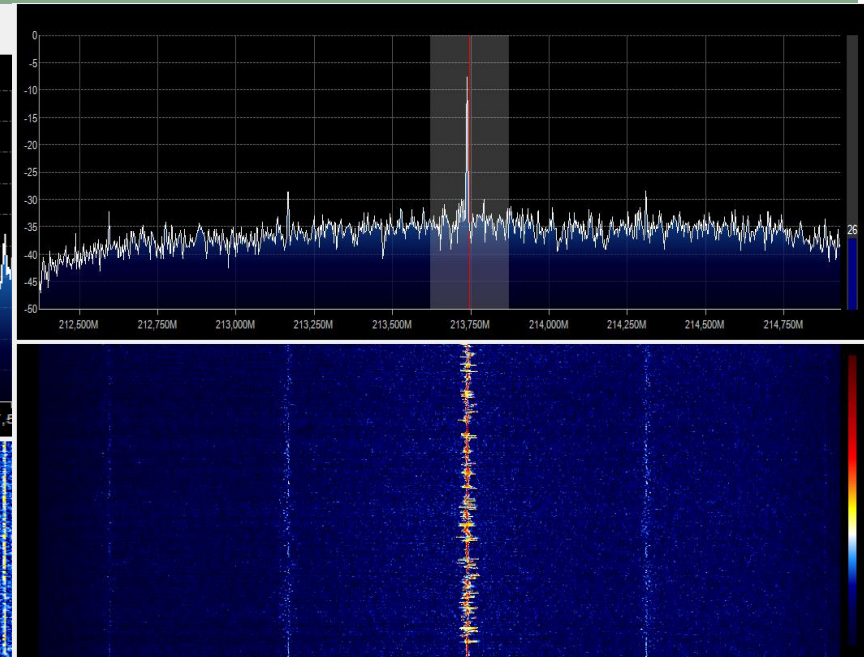
#### Контрольні запитання

1. З чого складається спектр КСС?
2. Як впливає якість на прийом багатопромінене поширення радіохвиль?
3. Яка відмінність між системами стереомовлення з полярною модуляцією та пілот-тоном?
4. Основні параметри RTL-SDR приймача?

# Результати вимірювань

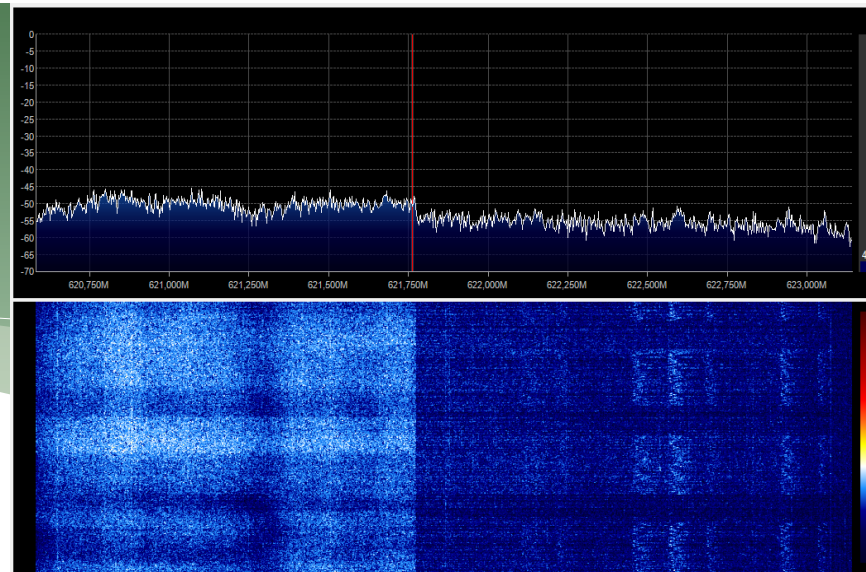
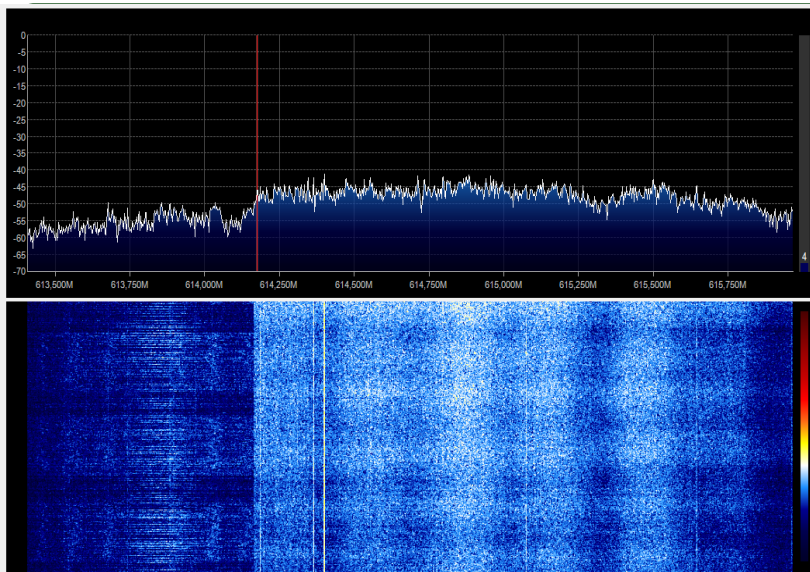


Результати вимірів в діапазоні  
FM

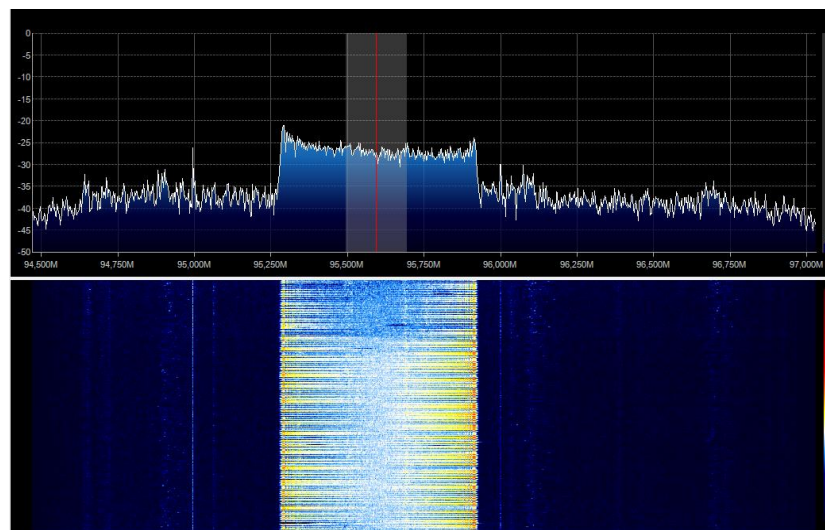


Результати вимірів в діапазоні  
MX





Результати вимірів в діапазоні ДМХ



Результати вимірів з генератора

# Висновки

У даній дипломній роботі було проведено розробку лабораторних робіт а саме: лабораторна робота № 1 "Вимірювання параметрів радіомовних сигналів діапазону УКХ", лабораторна робота № 2 "Вимірювання параметрів сигналів аналогового телебачення", лабораторна робота № 3 "Вимірювання параметрів сигналів DVB-T2". Лабораторні роботи призначені для студентів та дають змогу «вживу» побачити спектр сигналів та виміряти потрібні параметри.

Виконано техніко-економічне обґрунтування доцільності використання панорамного RTL-SDR приймача і з'ясовано, що впровадженні лабораторні роботи для дослідження та вимірювання телерадіомовних сигналів за допомогою RTL-SDR приймача можна вважати економічно доцільною з достатньо високим науковим, технічним та економічним рівнем.

Здійснено розрахунок еквіваленту антени для трьох діапазонів: 65-108МГц, 150-230 МГц, 614-720 МГц. Який буде використаний в лабораторних установках.

Проведено опис програми SDRsharp, який допоможе студентам розібратися з інтерфейсом програми.

Провівши економічні розрахунки ми переконались, отримані результати досліджень мають високий рівень наукової значимості (в межах 0,73), що свідчить про доцільність проведення розробок.

Також виконано розділ охорони праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

Результати роботи повністю відповідаю тим вимогам, які були поставлені у завданні.



**Дякую за  
увагу!**