

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

РАДІОПРИЙМАЛЬНІ ПРИСТРОЇ

Методичні вказівки

до лабораторних робіт

з дисципліни «Радіоприймальні пристрої»

для студентів радіотехнічного факультету

Рекомендовано вченою радою радіотехнічного факультету

Київ
НТУУ «КПІ»
2012

Радіоприймальні пристрої [Текст] : метод. вказівки до лаборатор. робіт з дисципліни «Радіоприймальні пристрої» для студ. радіотехнічного ф-ту / Уклад.: М.О.Першин, А.В.Мовчанюк - К.: НТУУ "КПІ", 2012. – 25 с.

Гриф надано вченою радою радіотехнічного факультету НТУУ "КПІ"
(Протокол № ____ від _____)

Рекомендовано навчально-методичною комісією радіотехнічного факультету
(Протокол № ____ від _____)

Навчальне видання

Радіоприймальні пристрої

Методичні вказівки
до лабораторних робіт
з дисципліни «Радіоприймальні пристрої»
для студентів радіотехнічного факультету

Укладачі	<i>Першин Микола Олексійович, ст. викладач</i> <i>Мовчанюк Андрій Валерійович, к.т.н. доц.</i>
Відповідальний редактор	<i>Рибін Олександр Іванович, д.т. н, проф.</i>
Рецензент	<i>Шпилька Олександр Олександрович, к.т.н.</i>

За редакцією укладачів

НТУУ «КПІ»
Радіотехнічний факультет
03056, Київ, вул. Політехнічна, 12, корп. 17
Тел./факс (044) 454-92-93

ВСТУПНІ ЗАУВАЖЕННЯ

Цикл лабораторних робіт по курсу «Радіоприймальні пристрої» включає три лабораторні роботи.

Для допуску до лабораторної роботи студенту необхідно перед кожною роботою виконати контрольне завдання. Якщо завдання не виконане (незадовільна оцінка), то студент до лабораторної роботи не допускається.

Оцінювання знань студентів проводиться у відповідності з рейтинговою системою.

Лабораторні роботи виконуються студентами в складі шести або восьми бригад.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

Тема роботи: Дослідження АМ тракту радіомовного приймача

Мета роботи: Дослідження АМ тракту автомобільного радіомовного приймача 3 групи складності, вивчення методів проведення електричних високочастотних вимірювань, перевірка відповідності досліджуваного приймача існуючим нормам.

1. ЗМІСТ РОБОТИ

1.1. Вимірювання максимальної чутливості E_A і чутливості обмеженої шумами E_{Ap} , при відношенні сигнал/шум по напрузі на виході приймача не менше 20 дБ з входу для зовнішньої антени в діапазонах довгих (ДХ), середніх (СХ) хвиль згідно ГОСТ 9783-88 (пп.3.2.2, 3.2.3).

1.2. Вимірювання односигнальної вибіркості по сусідньому каналу $\sigma_{СК}$ при розстроюванні ± 9 кГц в діапазоні СХ згідно ГОСТ 9783-88 (п.3.2.6.1).

1.3. Вимірювання односигнальної вибіркості по дзеркальному каналу $\sigma_{ЗК}$ в діапазонах ДХ, СХ згідно ГОСТ 9783-88 (п.3.2.6.1).

1.4. Вимірювання односигнальної вибіркості по проміжній частоті $\sigma_{ПЧ}$ в діапазонах ДХ, СХ згідно ГОСТ 9783-88 (п.3.2.6.1).

1.5. Вимірювання двосигнальної вибіркості по сусідньому каналу $\sigma_{2СК}$ при розстроюванні ± 9 кГц в діапазоні СХ (п.3.2.6.2).

1.6. Вимірювання частотної характеристики приймача по електричній напрузі (кривої вірності) $U_{вих}(F_m)$ і визначення по ній діапазону відтворюваних частот усього тракту приймача ΔF при нерівномірності 3 дБ в діапазоні СХ згідно ГОСТ 9783-88 (п.3.2.12).

1.7. Вимірювання амплітудної характеристики приймача $U_{вих}(U_{вх})$ і визначення по ній ефективності дії автоматичного регулювання підсилення (АРП) в діапазоні СХ при зміні рівня вхідного сигналу на 46 дБ згідно ГОСТ 9783-88 (п.3.2.20).

1.8. Порівняння параметрів приймача по пп. 1.1—1.7 із нормами ГОСТ 17692-89 та технічних умов (ТУ) на приймач (див. табл. 2). Зробити висновки про відповідність параметрів приймача вимогам ГОСТ 17692-89 та ТУ. У випадку невідповідності зазначити можливу причину.

2. СТИСЛІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Об'єктом вимірювань служить автомобільний радіоприймач "ТЕРНАВА—302" з еквівалентом антени і навантаження.

Методика вимірювань параметрів приймача викладено у ГОСТ 9783-88. Необхідні для роботи розділи ГОСТ зазначені в пп. 1.1—1.7. Вимоги до приймачів викладені в ГОСТ 17692-89.

Вимірювання по пп. 1.1—1.4 і п. 1.7 проводять по структурній схемі рис. 1,а, по п. 1.5 — по цій же структурній схемі, але з підключенням до еквівалента антени (ЕА) двох генераторів $G1$ і $G2$ (рис. 1,б). Вимірювання по п. 1.6 проводять по структурній схемі рис.1,а із підключенням зовнішнього модульовального генератора G_m , показаного на схемі штриховою лінією.

Умови вимірювання наведено в таблиці 1.

Основні технічні характеристики приймача:

Чутливість в діапазонах (не більше), мкВ:

ДХ	- 180;
СХ	- 55;
УКХ	- 4.

Проміжна частота:	
АМ тракту	– 465±2 кГц;
ЧМ тракту	– 10,7±0,1 МГц.
Діапазон звукових частот, Гц:	
тракт АМ	– 100...2000
тракт ЧМ	– 100...10000.
Номінальна вихідна потужність	– 2,5 Вт.
Напруга живлення	– 10,8...15,6 В.
Потужність споживання	– 10 Вт.
Габаритні розміри	– 60x188x190 мм.
Маса	– 2,2 кг.

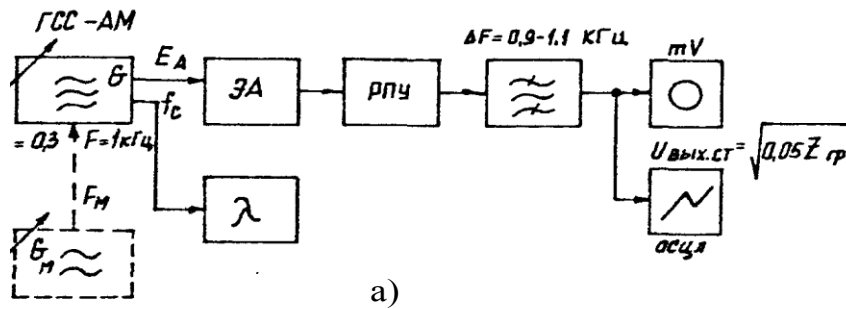
Таблиця 1

Назва параметра	Умови вимірювання
Чутливість, обмежена шумами (E_{AP}) при співвідношенні сигнал/шум не менше 20 дБ	<ol style="list-style-type: none"> Частоти вимірювання (настроювання приймача): ДХ - 200 кГц; СХ - 1 МГц. Частота модуляції – 1 кГц. Глибина АМ – 0,3. Вихідна потужність - $P_{CT} = 50$ мВт на опорі навантаження 4 Ом.
Чутливість, обмежена підсиленням (E_A)	<ol style="list-style-type: none"> Частоти вимірювання (настроювання приймача): ДХ - 200 кГц; СХ - 1 МГц. Частота модуляції – 1 кГц. Глибина АМ – 0,3. Вихідна потужність - $P_{CT} = 50$ мВт на опорі навантаження 4 Ом. Регулятор гучності – в положенні максимальної гучності.
Односигнальна вибірковість по сусідньому каналу ($\sigma_{СК}$) при розстроюванні ±9 кГц в діапазоні СХ	<ol style="list-style-type: none"> Частота вимірювання (настроювання приймача): СХ - 1 МГц. Рівень вхідного сигналу – рівний E_{AP}. Частота модуляції – 1 кГц. Глибина АМ – 0,3. <p>Вихідна потужність - $P_{CT} = 50$ мВт на опорі навантаження 4 Ом.</p>
Односигнальна вибірковість по дзеркальному каналу ($\sigma_{ЗК}$)	<ol style="list-style-type: none"> Частота вимірювання (настроювання приймача): ДХ - 200 кГц; СХ - 1 МГц. Рівень вхідного сигналу – рівний E_{AP}. Частота модуляції – 1 кГц. Глибина АМ – 0,3. Вихідна потужність - $P_{CT} = 50$ мВт на опорі навантаження 4 Ом.

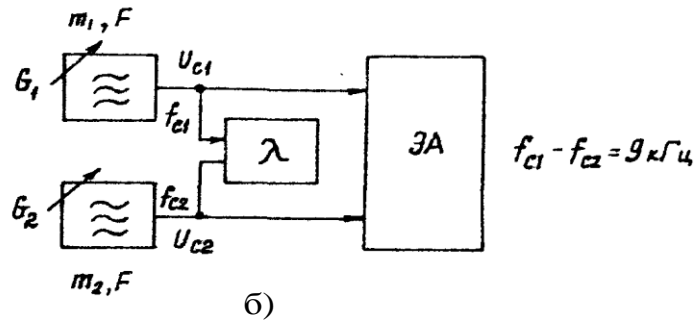
Таблиця 1 (продовження)

Односигнальна вибірковість по частоті, рівній проміжній ($\sigma_{ПЦ}$)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Частота вимірювання (настроювання приймача): ДХ - 200 кГц; СХ - 1 МГц. 2. Рівень вхідного сигналу – рівний $E_{Др}$. 3. Частота модуляції – 1 кГц. 4. Глибина АМ – 0,3. 5. Вихідна потужність - $P_{ст} = 50$ мВт на опорі навантаження 4 Ом.
Ефективний діапазон частот (частотна характеристика по електричній напрузі усього тракту) відносно рівня сигналу на частоті модуляції 1000 Гц	<ol style="list-style-type: none"> 1. Частота вимірювання (настроювання приймача): СХ - 1 МГц. 2. Рівень вхідного сигналу – 60 дБмкВ. 3. Частота модуляції – 1 кГц. 4. Глибина АМ – 0,3. 5. Вихідна потужність - $P_{норм} = 0,1P_{ном}$ на опорі навантаження 4 Ом.
Дія автоматичного регулювання підсилення при змінюванні напруги на вході (відносно напруги 500 мВ)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Частота вимірювання (настроювання приймача): СХ - 1 МГц. 2. Рівень вхідного сигналу – 500 мВ. 3. Частота модуляції – 1 кГц. 4. Глибина АМ – 0,3. 5. Вихідна потужність - $P_{норм} = 0,1P_{ном}$ на опорі навантаження 4 Ом.

Рис. 1



а)



б)

3. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

3.1. Ознайомитися з описом, параметрами, структурною та принциповою схемою приймача "ТЕРНАВА—302".

3.2. Ознайомитися з вимогами ГОСТ 17692-89 до автомобільних радіомовних приймачів по пп. 1.1 - 1.7.

3.3. Ознайомитися з методами електричних високочастотних вимірювань по параметрах пп. 1.1 - 1.7, що викладені в ГОСТ 9783-88.

3.4. Обґрунтувати необхідність переходу від максимальної чутливості E_A до реальної чутливості E_{Ap} (обмеженої шумами).

3.5. Обґрунтувати необхідність переходу від односигнальної вибірковості до двосигнальної вибірковості.

3.6. Описати механізм проходження завади по сусідньому каналу, завади по дзеркальному каналу, завади з частотою, рівною проміжній.

4. ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт повинний містити:

- 4.1. Програму виконання лабораторної роботи.
- 4.2. Короткий опис методики проведення вимірювань.
- 4.3. Структурні схеми проведення вимірювань з указівкою типів і номерів використаної апаратури.
- 4.4. Результати вимірювань (значення параметрів, таблиці, графіки і т.д.). Висновки про відповідність параметрів випробуваного приймача нормам ГОСТ 17692-89 та технічних умов на приймач.

РЕЗУЛЬТАТИ ВИМІРЮВАНЬ

Таблиця 2

Назва параметра (формулювання згідно ГОСТ 17692-89)	Норма (згідно ГОСТ 17692-89)	Норма (згідно техн. опису приймача)	Результати вимі-	Відпов. ГОСТ 17692-89	Відпов. техн. опису
1. Чутливість, обмежена шумами, при співвідношенні сигнал/шум не менше 20 дБ, мкВ, не більше, в діапазонах: ДХ СХ	180 60	180 55			
2. Чутливість, обмежена підсиленням, мкВ, не більше, в діапазонах: -ДХ при співвідношенні сигнал/шум 20дБ -СХ при співвідношенні сигнал/шум 20дБ	- -	- -			
3. Односигнальна вибірковість по сусідньому каналу при розстроюванні ± 9 кГц в діапазонах ДХ та СХ, дБ, не менше	32	36			
4. Односигнальна вибірковість по дзеркальному каналу, дБ, не менше, в діапазонах: ДХ (на частоті 200 кГц) СХ (на частоті 1 МГц)	46 46	- -			
5. Односигнальна вибірковість по частоті, рівній проміжній, дБ, не менше, в діапазонах: ДХ (на частоті 200 кГц) СХ (на частоті 1 МГц)	- -	- -			
6. Ефективний діапазон частот (частотна характеристика по електричній напрузі усього тракту) при нерівномірності частотної характеристики підсилення 3 дБ відносно рівня сигналу на частоті модуляції 1000 Гц (носійна частота 1 МГц), Гц, не вужче	100 - 2000				
7. Дія автоматичного регулювання підсилення: -при змінюванні напруги на вході (відносно напруги 500 мВ), дБ -змінювання напруги на виході, дБ, не більше	46 6				
8. Загальні гармонічні спотворення всього тракту по електричній напрузі, на частоті модуляції 1000 Гц, при $m=1,0$; $P_{вих}=P_{вих,ном}$ ($U_{вих}=U_{вих,ном}$), % не більше, в режимі стерео	-	-			

5. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

- 5.1. Що таке максимальна, реальна чутливість приймача?
- 5.2. Що таке стандартна вихідна потужність приймача?
- 5.3. Що таке амплітудна характеристика? Наведіть типову форму

АХ.

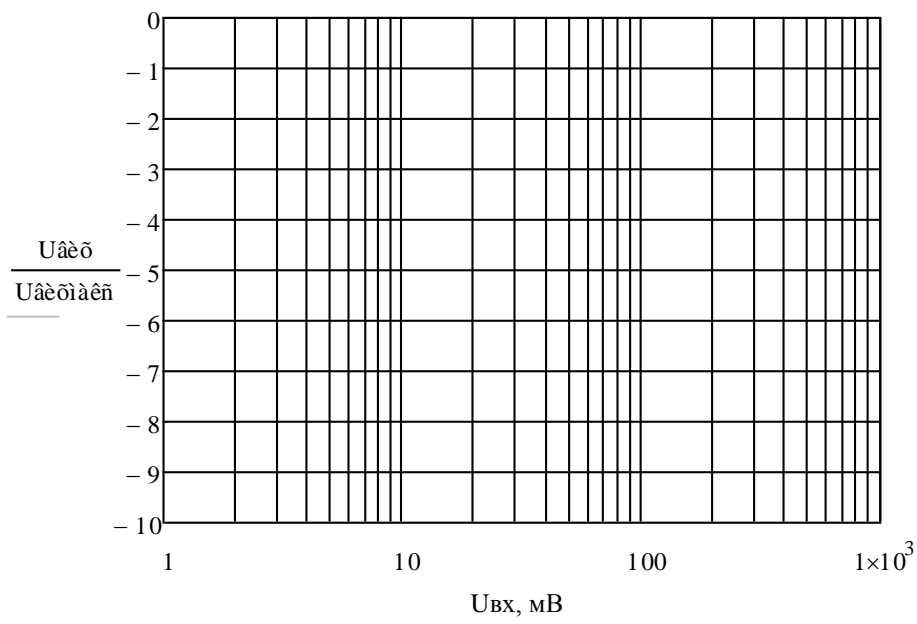
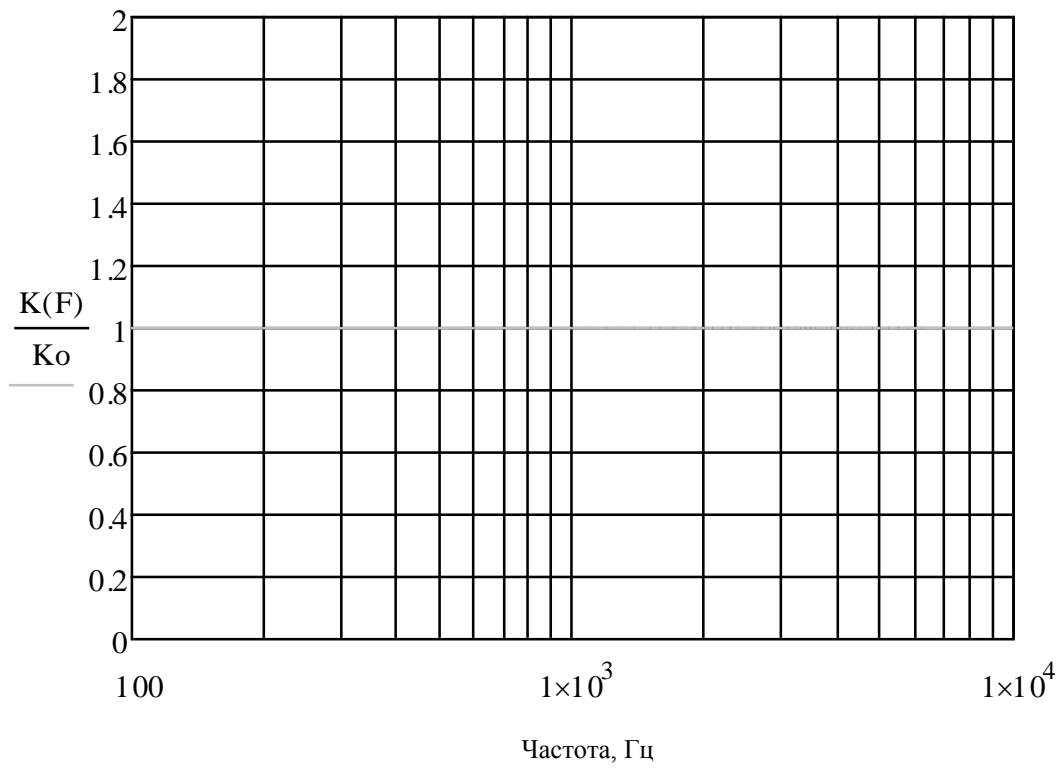
5.4. Що таке наскрізна амплітудно-частотна характеристика? Наведіть типову форму. Якими функційними вузлами її форма?

5.5. Види селективності та особливості її вимірювання.

5.6. Що таке нелінійні спотворення? Назвіть причини виникнення нелінійних спотворень.

ДОДАТКИ

Додаток 1



НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

"КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

Кафедра радіоприймання та оброблення сигналів

ЗВІТ

про виконання лабораторної роботи № 1

"ДОСЛІДЖЕННЯ АМ ТРАКТУ РАДІОМОВНОГО ПРИЙМАЧА"

Зараховано

Посада

П.І.Б.

Підпис

" ____ " _____ 201_ р.

Бригада № ____ Макет № ____

Виконали студенти групи _____:

П.І.Б.

Підпис

П.І.Б.

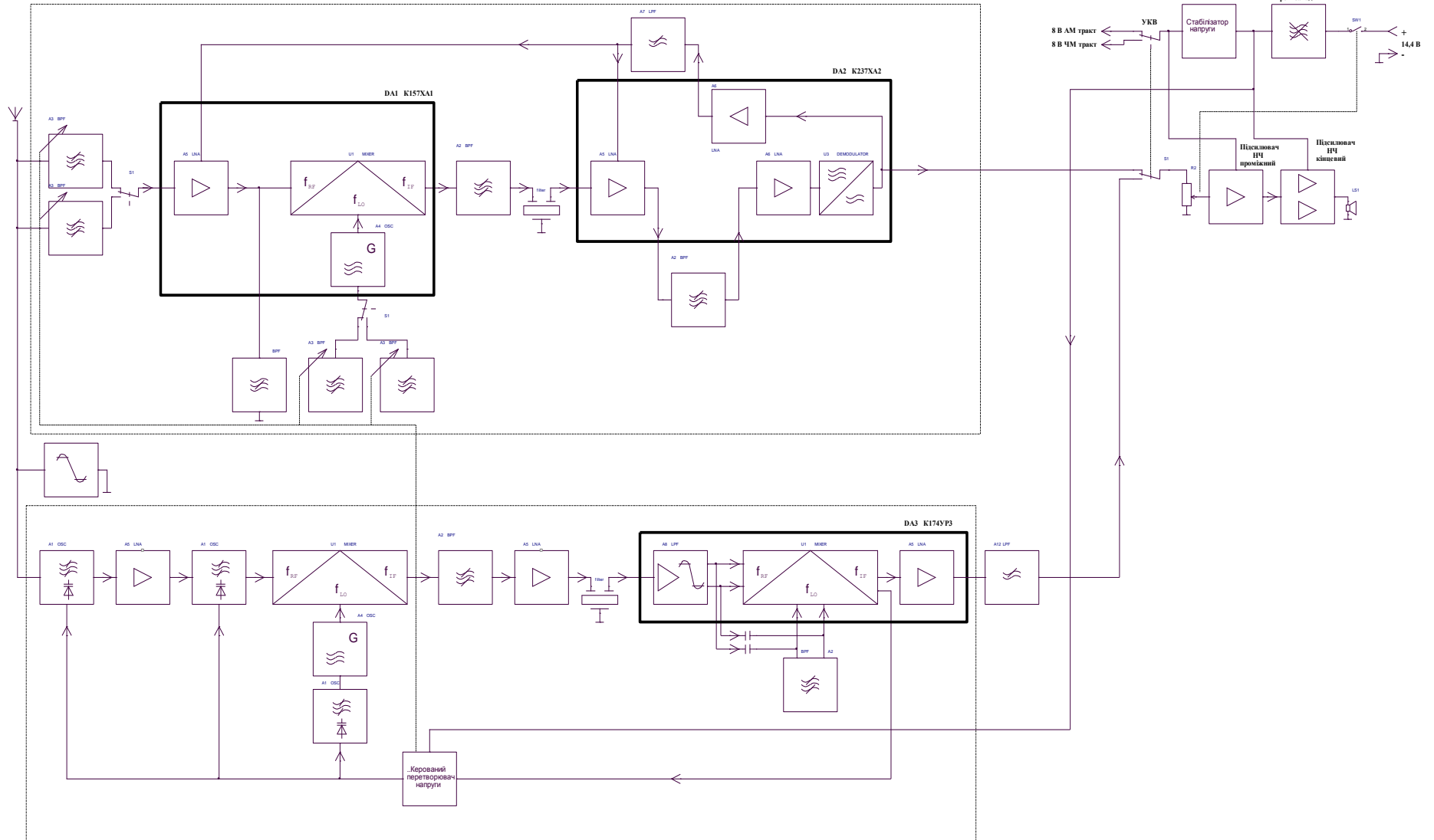
Підпис

П.І.Б.

Підпис

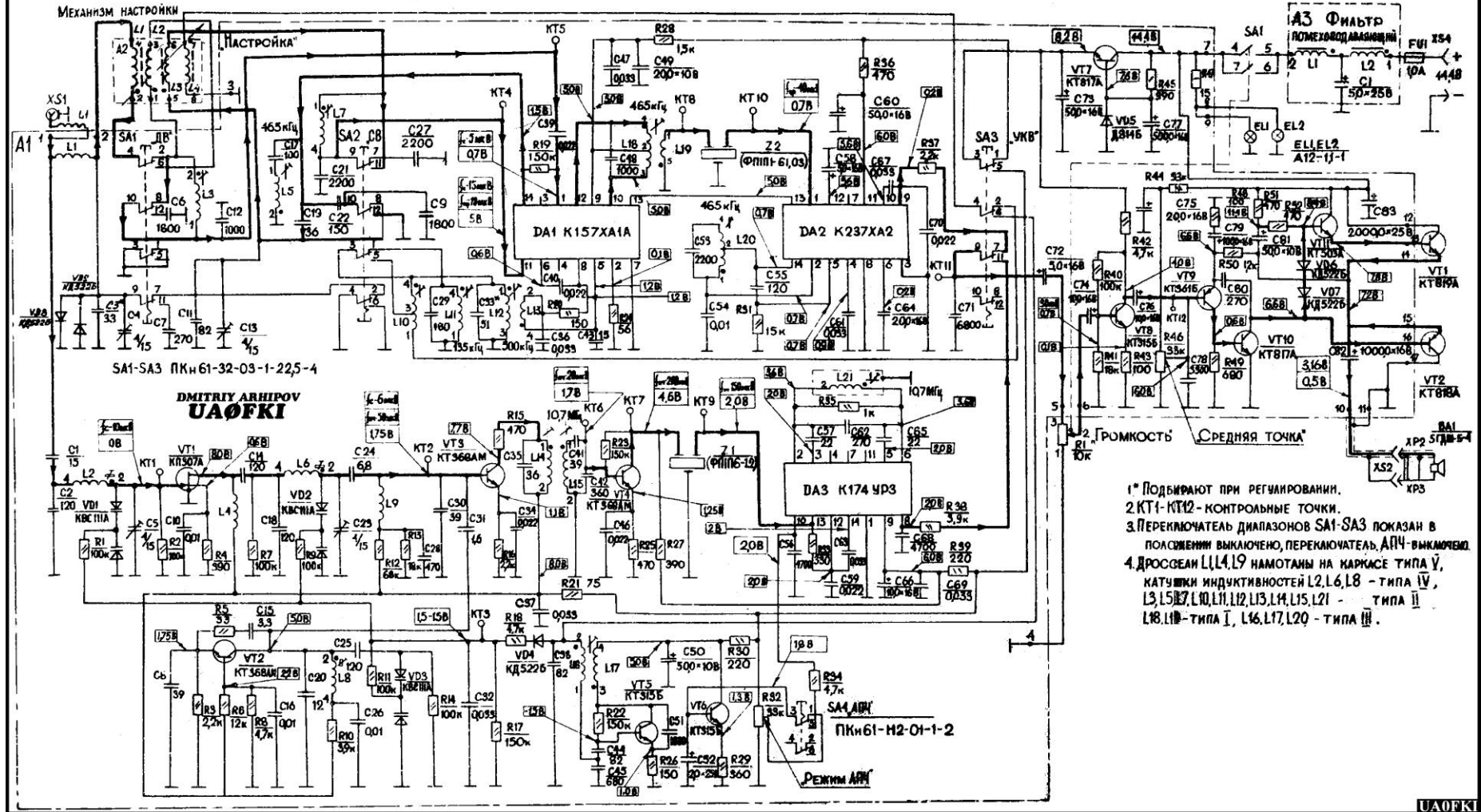
" ____ " _____ 201_ р.

СТРУКТУРНА СХЕМА ПРИЙМАЧА



ПРИНЦИПОВА СХЕМА ПРИЙМАЧА

СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ ПРИЕМНИКА АВТОМОБИЛЬНОГО РАДИОВЕЩАТЕЛЬНОГО „ТЕРНАВА-302“



ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

Тема роботи: Порівняльне дослідження ЧМ і АМ трактів радіомовного приймача

Мета роботи: Дослідження радіомовного приймача по тракту ЧМ, порівняльні випробування приймача по ЧМ і АМ трактах

1. ЗМІСТ РОБОТИ

1.1. Вимірювання реальної чутливості E_{AP} (чутливості, обмеженої шумами) при відношенні сигнал /шум не менше 26 дБ із входу зовнішньої антени ЧМ тракту приймача в діапазоні УКХ [ГОСТ 9783-79, п.3.1.2].

1.2. Вимірювання односигнальної вибірності ЧМ тракту по дзеркальному каналі $\sigma_{зк}$ в діапазоні УКХ [ГОСТ 9783-79, п. 3.2.3,а].

1.3. Вимірювання послаблення бічних настроювань ЧМ тракту приймача $\sigma_{дн}$ в діапазоні УКХ [ГОСТ 9783-79, п. 3.2.4].

1.4. Вимірювання придушення АМ q_{AM} ЧМ тракту приймача в діапазоні УКХ почерговим методом [ГОСТ 9783-79, п. 3.2.7,б].

1.5. Вимірювання частотної характеристики ЧМ тракту приймача по електричній напрузі $U_{вих\ ЧМ}(F_M)$ і визначення по ній діапазону відтворених частот $\Delta F_{ЧМ}$ при нерівномірності 6 дБ [ГОСТ 9783-79, п. 3.3.1].

1.6. Вимірювання коефіцієнта гармонік по електричній напрузі ЧМ тракту $K_{ГЧМ}\%$ [ГОСТ 9783-79, п. 3.4.2].

1.7. Порівняння вимірних параметрів ЧМ тракту приймача із нормами ГОСТ 17692-89. Зробити висновки про відповідність вимогам

ГОСТ 17692-89. У випадку невідповідності зазначити можливі причини.

1.8. Порівняння результатів вимірювань ЧМ і АМ (див. лабораторну роботу № 1) трактів радіомовного приймача (при загальному тракті ЗЧ).

2. СТИСЛІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

2.1. Об'єктом випробувань служить радіоприймач "ТЕРНАВА—302" з еквівалентами антени і навантаження.

2.2. Методи випробувань приймача викладені в ГОСТ 9783-79. Вимоги до радіомовних приймачів викладені в ГОСТ 17692-89.

3. ДОМАШНЯ РОБОТА

3.1. Ознайомитися з описом і схемою приймача "ТЕРНАВА—302".

3.2. Ознайомитися з методами електричних високочастотних вимірювань, що викладені в ГОСТ 9783-79. Нарисувати структурні схеми проведення вимірювань.

4. ЗМІСТ ЗВІТУ

Зміст повинний містити:

1. Програму виконання лабораторної роботи.
2. Короткий опис методики проведення вимірювань.
3. Структурні схеми проведення вимірювань.
4. Результати вимірів (таблиці і графіки).
5. Висновки про відповідність ЧМ тракту приймача вимогам ГОСТ

17692-89.

6. Висновки за результатами порівняння параметрів ЧМ і АМ трактів приймача.

5. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

5.1. Обґрунтувати необхідність переходу від реальної до максимальної чутливості.

5.2. Описати механізм утворення дзеркальної завади.

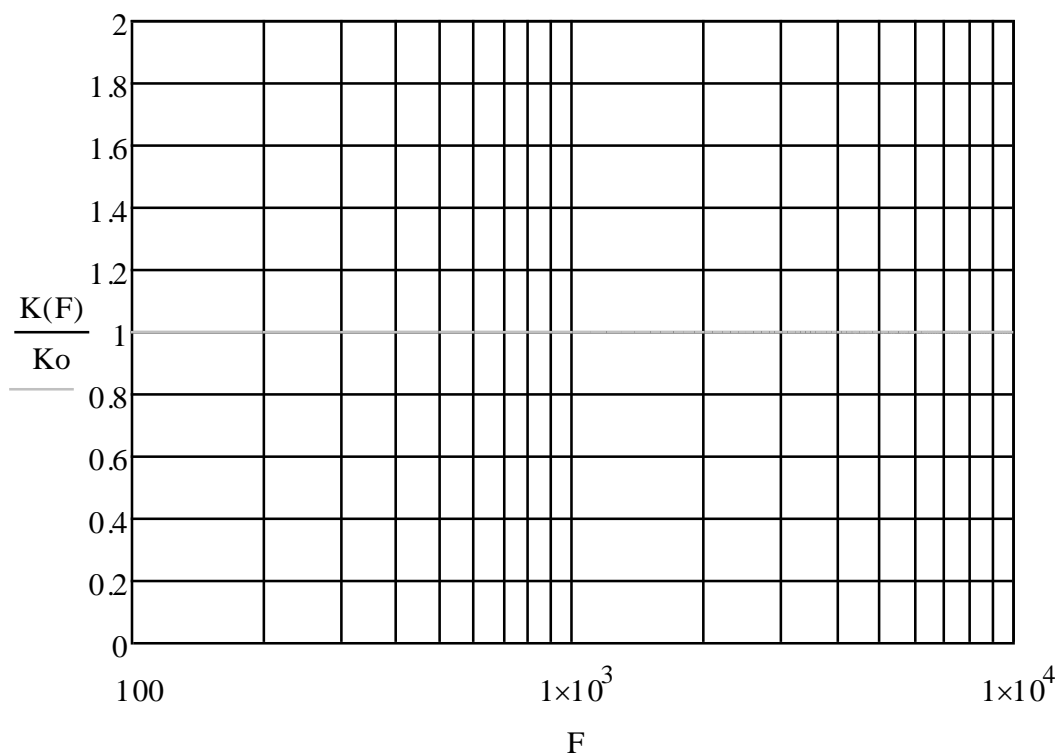
5.3. Навіщо необхідно придушення АМ у ЧМ тракті радіомовного приймача? Як здійснюється придушення АМ у ЧМ тракті?

5.4. Описати механізм виникнення додаткових настроювань у ЧМ тракті приймача.

5.5. За рахунок чого досягається вигреш у якості приймання в ЧМ тракті в порівнянні з АМ трактом (по смузі пропускання кривої вірності і коефіцієнту гармонік).

ДОДАТКИ

Додаток 1



НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

"КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

Кафедра радіоприймання та оброблення сигналів

ЗВІТ

про виконання лабораторної роботи № 2

"ПОРІВНЯЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЧМ І АМ ТРАКТІВ

РАДІОМОВНОГО ПРИЙМАЧА"

Зараховано

Посада

П.І.Б.

Підпис

" ____ " _____ 201_ р.

Бригада № ____ Макет № ____

Виконали студенти групи _____:

П.І.Б.

Підпис

П.І.Б.

Підпис

П.І.Б.

Підпис

" ____ " _____ 201_ р.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

Тема роботи: Дослідження вхідних кіл радіоприймача при ненастроєній антені

Мета роботи: Дослідження залежності основних показників якості різних вхідних кіл (ВК) від частоти настроювання, а також розстроювання ВК при зміні ємності ненастроєної антени.

1. ЗМІСТ РОБОТИ

1.1. Дослідження залежності резонансного коефіцієнта передачі ВК від частоти настроювання при таких видах зв'язку з антеною:

- зовнішньоємнісний;
- трансформаторний в режимі подовження;
- трансформаторний в режимі укорочення;
- комбінований (трансформаторний в режимі подовження і зовнішньоємнісний).

1.2. Дослідження частотної залежності смуги пропускання ВК і селективності по дзеркальному каналу при різному значенні зовнішньоємнісного зв'язку.

1.3. Дослідження частотної залежності вносимого антенною розстроювання ВК при різному значенні зовнішньоємнісного зв'язку.

1.4. Порівняння селективності ВК по дзеркальному каналу при таких видах зв'язку з антеною:

- зовнішньоємнісний;
- трансформаторний в режимі подовження;
- трансформаторний в режимі укорочення;

- комбінований (трансформаторний в режимі подовження і зовнішньоємнісний).

1.5. Аналіз та порівняння характеру отриманих результатів.

2. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

2.1. Ознайомитись з схемою макета та методикою вимірювань параметрів ВК.

3. ОПИС МАКЕТА

Макет містить еквівалент антени еквівалент ненастроєної антени, ВК і витоків повторювач (рис. 1). Ємність еквівалента антени можна змінювати за допомогою перемикача S1. Для одержання режиму подовження або укорочення антени використовуються трансформатори високої частоти з різними первинними обмотками вторинні обмотки яких використовуються у якості контурної котушки. Настроювання контура ВК здійснюються варикапами. Напряга джерела живлення - 10 В.

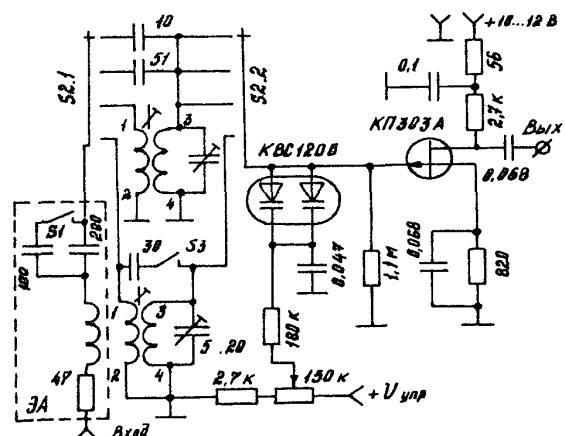


Рис. 1

4. СТИСЛІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ.

4.1. При дослідженні залежностей резонансного коефіцієнта передачі ВК від частоти настроювання при трансформаторному і комбінованому зв'язку необхідно стежити за тим, щоб частота сигналу збігалася з частотою настроювання контуру ВК (а не антенного контура).

4.2. Селективність ВК при різноманітних видах зв'язку варто порівнювати при великому розстроюванні у бік високих частот (відповідному дзеркальному каналу).

4.3. При дослідженні частотної залежності вносимого антенною розстроювання при різному значенні зовнішньоемнісного зв'язку необхідно вимірювати зміну настроювання контура ВК при зміні ємності еквівалента антени.

5. ВИСНОВКИ

Висновки по даній роботі повинні містити результати порівняльного аналізу теоретичних і експериментальних досліджень, а також порівняння параметрів ВК при різних видах і ступені зв'язку з антеною.

6. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

6.1. Основні параметри входних кіл: коефіцієнт передачі, частотна залежність резонансного коефіцієнта передачі, нерівномірність резонансного коефіцієнта передачі, селективність.

6.2. Схемотехніка входних кіл, види зв'язку з антеною та навантаженням.

6.3. Вплив антени на параметри входних кіл.

ДОДАТКИ

Додаток 1

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
"КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"
Кафедра радіоприймання та оброблення сигналів

ЗВІТ

про виконання лабораторної роботи № 3
"ДОСЛІДЖЕННЯ ВХІДНИХ КІЛ РАДІОПРИЙМАЧА
ПРИ НЕНАСТРОЄНІЙ АНТЕНІ"

Зараховано

Посада

П.І.Б.

Підпис

" ____ " _____ 201_ р.

Бригада № ____ Макет № ____

Виконали студенти групи _____:

П.І.Б.

Підпис

П.І.Б.

Підпис

П.І.Б.

Підпис

" ____ " _____ 201_ р.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Екимов В.Д., Павлов К.М. Радиоприемные устройства, 1975.
2. Радиоприемные устройства / Под ред. Н. И. Фомина.- М.: Радио и связь, 1996.
3. Колосовский Е.А. Устройства приема и обработки сигналов. Учебное пособие для ВУЗов. – М.: Горячая линия- Телеком, 2007. – 456 с.
4. Справочник по учебному проектированию приемно-усилительных устройств / М. К. Белкин, В. Т. Белинский, Ю. Л. Мазор, Р. М. Терещук.- К.:Вища школа, 1988.- 488 с.
5. Буга Н. Н. и др. Радиоприемные устройства /Под ред. Н. И. Чистякова.-М.: Радио и связь, 1986.- 320 с.
6. Головин А. В. Радиоприемные устройства.- М.: Горячая линия – Телеком, 2002.- 384с.
7. Палшков В. В. Радиоприемные устройства.-М.: Радио и связь,1984.-392с.
8. Радиоприемные устройства/Под ред.А.Г. Зюко.-М.:Связь,1975.-400 с.
9. Радиоприемные устройства/ Под ред. Н. И. Чистякова.-М.: Радио и связь, 1986.