

Міністерство освіти і науки України
Державний університет телекомунікацій

РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА

з дисципліни:
“Генерування та формування сигналів”

Київ – 2015

**Міністерство освіти і науки України
Державний університет телекомунікацій**

Затверджую
Декан факультету ТК
Коршун Н.В.
“ ____ ” _____ 2015р.

РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА

з дисципліни “Генерування та формування сигналів”
напряму підготовки
6.050901 Радіотехніка
освітньо-кваліфікаційного рівня – бакалавр

Програму рекомендовано
кафедрою Радіотехнологій
протокол № ____
від „__” _____ 2015 року
Завідуючий кафедрою:
Сайко В.Г.

Узгоджено з кафедрами:
Завідуючий кафедрою
Радіоелектронних систем:
Смирнов В.С.

Завідуючий кафедрою
Радіомоніторингу та
радіочастотного менеджменту:
Дружинін В.А.

Узгоджено
Начальник навчально – методичного відділу
Бондар А.В.
“____” _____ 2015 року

I. ПРЕДМЕТ, МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Предметом навчальної дисципліни є:

рівень кваліфікації фахівців у галузі управління та організації технічної діяльності в радіотелекомунікаційних організаціях систем радіозв'язку.

Метою вивчення навчальної дисципліни є:

забезпечення студентів комплексними знаннями принципів генерування та формування радіосигналів, методів формування робочих сіток стабільних частот, принципів управління коливаннями та особливостях їх підсилення, а також принципів узгодження сучасних передавачів з антенними пристроями.

Завданнями навчальної дисципліни є формування наступних умінь:

1. Засвоювати базові зразки радіопередавальних пристроїв систем та комплексів радіозв'язку.
2. Визначати основні вимоги до радіопередавальних пристроїв та їх елементів.
3. Розробляти функціональні та структурні схеми елементів обладнання трактів радіочастоти радіопередавачів.
4. Проводити налагодження окремих блоків та радіопередавальних засобів у цілому за допомогою вимірювальних пристроїв.
5. Визначати місце пошкодження радіопередавальних пристроїв на основі показів встроєної системи контролю та індикації.
6. Використовувати вбудовану систему контролю та індикації, комплект штатних вимірювальних пристроїв для визначення та оцінки основних технічних параметрів радіопередавачів.
7. Проводити підготовку радіопередавачів до роботи, забезпечувати радіозв'язок та регулювання параметрів радіопередавальних засобів.

II. РОЗПОДІЛ НАВЧАЛЬНОГО ЧАСУ

II.1. Розподіл навчального часу за семестрами і видами занять

Семестр	Всього годин	Розподіл навчального часу за семестрами і видами занять						Семестр. атест.
		Лекц.	Лабор.	Практ.	Семін.	МК	СРС	
6	216	36	18	36		2	126	екзамен
Усього	216	36	18	36		2	126	

II.2. Розподіл навчального часу за розділами, темами і видами занять

Номера та найменування тем	Всього годин	Розподіл навчального часу за розділами, темами і видами занять					
		Лекц	Лабор	Практ	Семін	МК	СРС
Модуль 1							
Розділ 1. Генерування та формування радіосигналів	127	26	10	26		1	64
Тема 1. Основи радіозв'язку	44	12	2	12			16
Тема 2. Формування радіосигналів.	28	4	2	4			18
Тема 3. Формування діапазону робочих частот	57	10	6	10		1	30
Модуль 2							
Розділ 2. Підсилювання коливень в радіопередавачах.	89	12	6	9		2	60
Тема 4. Підсилювачі потужності радіопередавачів.	52	8	6	8		1	30
Модуль 3							
Тема 5. Основи побудови узгоджувачих пристроїв радіопередавачів.	39	4	2	2		1	30
Всього	216	36	18	36		3	126

III. ЗМІСТ

МОДУЛЬ 1

Розділ 1. Генерування та формування радіосигналів

Тема 1. Основи радіозв'язку

Засоби, комплекси і системи професійного радіозв'язку. Види радіосигналів у системах професійного радіозв'язку (безперервні, дискретні радіосигнали). Статистичні характеристики радіосигналів. Статистичні характеристики радіозавод. Технічні характеристики каналів рвдіозв'язку. Характеристики (критерії) якості радіозв'язку. Якість радіозв'язку. Поняття надійності радіозв'язку. Загальні вимоги до радіопередавальних пристроїв. Склад та призначення основних елементів радіопередавачів. Основні технічні характеристики радіопередавачів. Загальна структура типового збуджувача формування дискретних радіосигналів.

Тема 2. Формування радіосигналів

Формування частотно-маніпульованих сигналів. Формування фазо-маніпульованих сигналів. Формування амплітудно-маніпульованих коливань. Формування сигналів з односмуговою модуляцією. Формування сигналів з частотною модуляцією.

Тема 3. Формування діапазону робочих частот

Перенесення радіосигналів у діапазон робочих частот. Вимоги до систем формування дискретних частот. Методи формування дискретних частот. Генератори гармонік. Інтерполяційний метод формування сітки частот. Інтерполяційний метод з використанням додаткового автогенератора. Системи ДКСЧ з фазовою автоматичною підстройкою частоти автогенератора. Особливості систем ДКСЧ з частотною підстройкою автогенератора. Цифрові методи синтезу діапазону дискретних частот.

МОДУЛЬ 2

Розділ 2. Підсилювання коливань в радіопередавачах.

Тема 4. Підсилювачі потужності радіопередавачів.

Загальна характеристика ПП радіопередавачів. Енергетичні співвідношення в ламповому ПП. Режими роботи ПП. Залежність енергетичних показників ПП від режимів роботи. Вибір режиму роботи ПП при різних видах радіосигналів. Особливості вихідних каскадів. Особливості побудови та режими роботи проміжних каскадів радіопередавача. Резонансні підсилювачі потужності ПП на транзисторах. Загальні відомості про широкосмугові підсилювачі. Обмеження смуги підсилення в лампових ПП. Широкосмугові транзисторні ПП.

Тема 5. Основи побудови узгоджувачих пристроїв радіопередавачів.

Призначення та вимоги до узгоджувачих пристроїв. Резонансні узгоджувачі пристрої. Резонансні узгоджувачі ланцюги на відрізках довгих ліній. Широкосмугові узгоджувачі пристрої. Зміст і порядок управління передавачем. Дистанційне управління передавачами.

ІV. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

№ з/п	Вид заняття	Всього год.	Із них		Семестри, модулі, найменування розділів та тем, найменування навчальних занять та навчальні питання, завдання на самостійну роботу	Дидактичне забезпечення занять	Інформаційно-методичне забезпечення
			Аудитор.	СРС			
					Модуль 1		
					Розділ 1. Генерування та формування радіосигналів		
					Тема 1. Основи радіозв'язку		
1	Лекція 1	4	2	2	Заняття 1. Види радіосигналів в системах професійного радіозв'язку. 1. Засоби, комплекси і системи професійного радіозв'язку. 2. Види радіосигналів у системах професійного радіозв'язку (безперервні, дискретні радіосигнали).		Основна література 1, с. 13 – 20 Основна література 2, с. 97 – 99
2	Практ. зан. 1	4	2	2	Заняття 2. Збуджувач «БОТ» 1. Призначення та технічні характеристики збуджувача «БОТ»		

3	Лекція 2	4	2	2	Заняття 3. Статистичні характеристики радіосигналів і радіозавод 1. Вплив інтерференційних замирань на статистичні характеристики. 2. Причини замирання радіосигналів. 3. Вплив затухання сигналу в іоносфері. 4. Загальні та селективні замирання сигналу.		Основна література 1, с. 21 – 29
4	Практ зан. 2	4	2	2	Заняття 4. Збуджувач «БОТ» (Продовження) 1. Склад збуджувача «БОТ»		
5	Лекція 3	4	2	2	Заняття 5. Якість радіозв'язу. 1. Характеристики (критерії) якості радіозв'язу 2. Якість радіозв'язу при використанні різних видів сигналів.. 3. Безперервні радіосигнали. 4. Дискретні радіосигнали.	Плакат 1	Основна література 1, с. 30 – 38
6	Практ зан. 3	4	2	2	Заняття 6. Дослідження передавача «БРИГ» 1. Призначення та технічні характеристики передавача «БРИГ»		
7	Лаб. робота 1	4	2	2	Заняття 7. Дослідження автогенераторів з параметрою та кварцевою стабілізацією частоти. 1. Дослідження впливу на частоту коливань автогенераторів самопрогріву елементів та зміни живлячої напруги транзисторів.		Додаткова література 3, с. 14 – 21

8	Лекція 4	4	2	2	<p>Заняття 8. Надійність радіозв'язку на закріплених частотах.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Поняття надійності радіозв'язку. 2. Надійність короткохвильового радіозв'язку на закріплених частотах. 3. Радіозв'язок іоносферними хвилями. 4. Радіозв'язок земними хвилями. 		Основна література 1, с. 37 – 42
9	Практ зан. 4	4	2	2	<p>Заняття 9. Дослідження передавача «БРИГ» (Продовження)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Структурна схема передавача «БРИГ» 		
10	Лаб. робота 2	4	2	2	<p>Заняття 10. Дослідження автогенераторів з параметричною та кварцевою стабілізацією частоти (Продовження).</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Дослідження впливу на частоту коливань автогенераторів підключення в його контур спеціального реактивного елемента та прогрів термостата. 		Додаткова література 3, с. 14 – 21

11	Лекція 5	4	2	2	Заняття 11. Надійність радіозв'язку на закріплених частотах (Продовження). 1. Шляхи підвищення надійності КХ радіозв'язку на закріплених частотах. 2. Енергетичний потенціал радіолінії. 3. Прийом сигналів, рознесених у просторі. 4. Частотне рознесення сигналів.		Основна література 1, с. 42 – 46
12	Практ зан. 5	4	2	2	Заняття 12. Розрахунок тракту підсилення радіопередавача. 1. Вибір структури ТРЧ передавача. 2. Вибір схеми підсилювача потужності.		
13	Лекція 6	4	2	2	Заняття 13. Структура і основні характеристики радіопередавачів 1. Загальні вимоги до радіопередавальних пристроїв. 2. Склад та призначення основних елементів радіопередавачів. 3. Основні технічні характеристики радіопередавачів.		Основна література 1, с. 64 – 70
14	Практ зан. 6	4	2	2	Заняття 14. Розрахунок тракту підсилення радіопередавача (Продовження 1) 1. Розрахунок граничного режиму підсилювача потужності для класу В 2. Вибір типу радіолампи 3. Розрахунок анодного ланцюга радіолампи		
					Тема 2. Формування радіосигналів		

15	Лекція 7	4	2	2	Заняття 15. Формування дискретних радіосигналів 1. Формування частотно-модульованих сигналів. 2. Формування фазоманіпульованих сигналів. 3. . Формування амплітудно-маніпульованих сигналів.		Основна література 1, с. 72 – 81
16	Практ. зан. 7	4	2	2	Заняття 16. Розрахунок тракту підсилення радіопередавача. (Продовження 2) 1. Розрахунок ланцюга управляючої сітки. 2. Розрахунок ланцюга екрануючої сітки 3. Розрахунок ланцюга каналу		
17	Лаб. робота 3	4	2	2	Заняття 17. Дослідження вихідних коливань збудника при його початковому прогріві та виявлення девіації частотно-модульованих коливань.		Додаткова література 3, с. 45 – 55
18	Лекція 8	4	2	2	Заняття 18. Формування безперервних радіосигналів 1. Формування сигналів з односмисловою модуляцією. 2. Формування сигналів з частотною модуляцією. 3. Вимоги до модуляторів ЧМ сигналів. 4. Способи формування ЧМ сигналів.		Основна література 1, с. 82 – 91
19	Практ. зан. 8 МК1	4	1	3	Заняття 19. Розрахунок узгоджуючого ланцюга		
		2	1	1	Виконання кваліфікаційних завдань згідно фонду за модулем 1		

					Тема 3. Формування діапазону робочих радіочастот		
20	Лекція 9	4	2	2	Заняття 20. Способи формування діапазону робочих частот 1. Перенесення радіосигналів у діапазон робочих частот. 2. Сутність інтерполяційного методу формування сітки частот. 3. Узагальнена структурна схема сучасних збуджувачів радіопередавачів.		Основна література 1, с. 92 – 95
21	Практ зан. 9	4	2	2	Заняття 21. Розрахунок фільтрів гармонік		
22	Лаб. робота 4	4	2	2	Заняття 22. Дослідження вихідних коливань збудника. 1. Дослідження спектрів ЧМ коливань 2. Дослідження спектрів телеграфних сигналів.		Додаткова література 3, с. 45 – 55
23	Лекція 10	4	2	2	Заняття 20. Способи формування діапазону робочих частот (Продовження) 1. Вимоги до систем формування дискретних частот. 2. Короткотермінова (за добу) і довготермінова (за півроку) нестабільність частоти вихідних коливань. 3. Методи формування дискретних частот.		Основна література 1, с. 95 – 99

24	Практ зан. 10	4	2	2	Заняття 24. Розрахунок фільтрів гармонік		
25	Лекція 11	4	2	2	Заняття 25. Формування сітки дискретних частот методом прямого синтезу 1. Генератори гармонік. 2. Інтерполяційний метод формування сітки частот. 3. Інтерполяційний метод з використанням додаткового автогенератора.		Основна література 1, с. 100 – 107
26	Практ зан. 11	4	2	2	Заняття 26. Вибір структурної схеми радіопередавача та попередній розрахунок		
27	Лаб. робота 5	4	2	2	Заняття 27. Дослідження підсилювача з розподіленням підсиленням		Основна література 3,
28	Лекція 12	4	2	2	Заняття 28. Формування сітки дискретних частот методом непрямого синтезу 1. Системи ДКСЧ з фазовою автоматичною підстройкою автогенератора. 2. особливості системи ДКСЧ з частотною підстройкою автогенератора. 3. Цифрові методи синтезу діапазону дискретних частот.		Основна література 1, с. 108 – 115

29	Практ зан. 12	4	2	2	Заняття 29. Розрахунок кінцевого підсилювача потужності на біполярному транзисторі по схемі із загальним емітером		
					Розділ 2. Підсилювання коливань в радіопередавачах		
					Тема 4. Підсилювачі потужності в радіопередавачах		
30	Лекція 13	4	2	2	Заняття 30. Підсилювачі потужності (ПП) радіопередавачів. 1. Загальна характеристика ПП радіопередавачів. 2.Склад та призначення елементів ПП. 3. Енергетичні співвідношення в ламповому ПП.		Основна література 1, с. 116 – 121
31	Практ зан. 13	4	2	2	Заняття 31. Розрахунок елементів схеми радіопередавача з частотою модуляцією		
32	Лаб. робота 6	4	2	2	Заняття 32. Дослідження енергетичних співвідношень при підсиленні односмугових сигналів. 1. Оцінка енергетичних співвідношень по епюрам ВЧ напруг 2. Оцінка доцільності кліпірування однополосного сигналу.		Основна література 3, с. 69 – 79

33	Лекція 14	4	2	2	Заняття 33. Підсилювачі потужності (ПП) радіопередавачів (Продовження) 1. Режими роботи ПП. 2. Залежність енергетичних показників ПП від режимів роботи. 3. Вибір режиму роботи ПП при різних видах радіосигналів.		Основна література 1, с. 121 – 132
34	Практ зан. 14	4	2	2	Заняття 34. Розрахунок предкінцевого підсилювача потужності на біполярному транзисторі по схемі із загальним емітером		Практ зан. 14
35	Лаб. робота 7	4	2	2	Заняття 35. Дослідження вихідного каскаду радіопередавача 1. Дослідження впливу змінювання напруги збуджувача на режим роботи вихідного каскаду.		Основна література 3, с. 84 – 92
36	Лекція 15	4	2	2	Заняття 36. Особливості побудови підсилюючих каскадів передавача потужності (ПП) радіопередавачів (Продовження) 1. Особливості вихідних каскадів. 2. Особливості побудови і режими роботи проміжних каскадів радіопередавача. 3. Резонансні підсилювачі потужності на транзисторах.		Основна література 1, с. 133 – 140

37	Практ зан. 15	4	2	2	Заняття 37. Розрахунок проміжного підсилювача на біполярному транзисторі по схемі із загальним емітером		Практ зан. 15
38	Лекція 16	4	2	2	Заняття 38. Широкосмугові підсилювачі потужності 1. Загальні відомості про широкосмугові підсилювачі потужності 2. Обмеження смуги підсилювачів в лампових ПП. 3. Широкосмугові транзисторні ПП.		Основна література 1, с. 141 – 148
39	Практ зан. 16 МК2	4 2	2 1	2 1	Заняття 39. Розрахунок еквівалентних параметрів антени Виконання кваліфікаційних завдань згідно фонду за модулем 2.		Практ зан. 16
40	Лаб. робота 8	4	2	2	Заняття 40. Дослідження вихідного каскаду радіопередавача. 1. Дослідження впливу змінювання напруги збуджувача на режим роботи вихідного каскаду.		Основна література 3, с. 84 – 92
					Тема 5. Основи побудови узгоджуючи пристроїв радіопередавачів		

41	Лекція 17	4	2	2	Заняття 41. Підсилювачі потужності (ПП) радіопередавачів (Продовження) 1. Режими роботи ПП. 2. Залежність енергетичних показників ПП від режимів роботи. 3. Вибір режиму роботи ПП при різних видах радіосигналів.		Основна література 1, с. 121 – 132
42	Практ зан. 17	4	2	2	Заняття 42. Розрахунок П-подібного ланцюга узгодження		Практ зан. 17
43	Лаб. робота 9	4	2	2	Заняття 43. Дослідження вихідного каскаду радіопередавача. 1. Дослідження впливу змінювання напруги збуджувача на режим роботи вихідного каскаду.		Основна література 3, с. 84 – 92
44	Лекція 18	4	2	2	Заняття 44. Узгоджуючі пристрої радіопередавачів (Продовження) 1. Резонансні узгоджувальні ланцюги на відрізках довгих ліній. 2. Широкозмугові узгоджуючі пристрої. 3. Принципи, за якими будуються широкозмугові узгоджуючі пристрої.		Основна література 1, с. 154 – 157

45	Пра кт зан. 18	4	1	3	Заняття 45. Розрахунок П- подібного ланцюга узгодження передкінцевого та кінцевого каскадів		
	МКЗ	2	1	1	Виконання кваліфікаційних завдань згідно фонду за модулем 3.		

У. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ ТА КОНТРОЛЬНІ ЗАХОДИ

У.1 Індивідуальні завдання

Вид індивідуальних завдань	Тематика індивідуальних завдань	Всього годин	Із них	
			Ауд зан.	СРС
Теми та окремі питання, які пропонуються для самостійного вивчення	<ol style="list-style-type: none">1. Радіочастотний діапазон та його використання для цілей зв'язку.2. Канал радіозв'язку та його властивості.3. Класифікація автогенераторів.4. Автогенератори з кварцевою стабілізацією частоти.5. Автогенератори на тунельних діодах.6. Кварцеві генератори на високих номерах гармонік.7. Основні дестабілізуючі фактори та засоби по їх зменшенню.8. Методи підвищення ефективності багатоканальних радіоліній.9. Залежність режиму підсилювача потужності від напруг живлення.10. Принципи побудови систем автоматичного управління в радіопередавачах.11. Системи телеуправління передавачами.12. Електромагнітна сумісність засобів радіозв'язку.	126		126
Усього		126		126

V.2. Контрольні заходи

Назва контрольного заходу	Всього годин	Із них	
		Ауд. зан.	СРС
Модульний контроль 1	2	1	1
Модульний контроль 2	2	1	1
Модульний контроль 3	2	1	1
Усього	6	3	3

VI. ОРГАНІЗАЦІЙНО-МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Дисципліна “Генерування та формування сигналів” (ГФС) є курсом поглибленої підготовки студентів і призначається для прискорення адаптації молодих спеціалістів на підприємствах радіозв’язку.

Базою для вивчення дисципліни “ГФС” є курси: “Лінії передачі”, “Основи схемотехніки”, “Технічної електроніки”, “Теорії електричних кіл та сигналів” та інше. Вивчення дисципліни здійснюється на різних видах занять: лекції, практичні і лабораторні заняття та самостійна робота студентів.

На лекціях викладається основний зміст теми, пояснюються основні положення та принципи побудови передавальних пристроїв.

Конспект лекцій являє собою скорочений запис основних положень теми, план якої подається на початку заняття.

Під час проведення лекцій викладач акцентує увагу на пунктах плану та виділяє матеріал, який необхідно засвоїти самостійно. Для кращого засвоєння матеріалу перед лекцією студентам видають схеми, що дають змогу кращого розуміння матеріалу. Використання плакатів під час лекцій дає змогу студентам краще засвоїти викладений матеріал.

На лабораторних роботах студенти отримують практичні навички визначення стану радіообладнання, визначення параметрів радіочастотного тракту збуджувача, а також передавача в цілому, користуючись інструкціями та методичними керівництвами.

Дисципліна має два модулі, кожний має наступні завдання:

- модуль 1 – Генерування та формування радіосигналів;
- модуль 2 – Підсилювання коливань в радіопередавачах.

Практичні заняття сприяють подальшому засвоєнню і закріпленню матеріалу по темах дисципліни. На практичні заняття відбирається такий навчальний матеріал, який забезпечує практичне використання знань, здобутих на лекціях. Задачі практичних занять, як правило, мають прикладний характер пов’язаний з апаратурою систем радіозв’язку.

Лабораторні заняття, як правило, являються заключним заняттям по темі. На занятті студентам прищеплюються навички експериментальних досліджень основних характеристик та параметрів передавальних пристроїв радіозв’язку, ставляться задачі засвоєння методики вимірювання параметрів і придбання навичок в роботі з вимірювальними приладами. До початку роботи може практикуватися проведення допускаючого опитування за темою даного заняття. Наприкінці лабораторного заняття кожен студент захищає виконану роботу.

Самостійна робота студентів організується у відповідності з навчальною програмою курсу аналогові електронні пристрої. При цьому студенти мають встановити які питання програми і якому обсязі висвітлені в лекції, а які частково залишаються для самостійної роботи. Для полегшення роботи викладач може назвати ці питання, а також рекомендувати основну та додаткову літературу, дати методичні поради. Для самостійної роботи студентів разом з рекомендованою літературою доцільно користуватися електронними версіями підручників, посібників, словників та довідників, підготовлених на кафедрі.

Контроль знань студентів проводиться у формі проведення модульного контролю. Модульний контроль складається з індивідуального виконання кваліфікаційного завдання згідно фонду кваліфікаційних завдань за Модулем та відповіді-бесіди з викладачем. Відповідь студента повинна бути стислою та вичерпною за змістом. Він зобов'язаний показати уміння правильно формулювати основні поняття, розуміти сутність принципів, що лежать в основі побудови радіопередавальних пристроїв зв'язку.

VII. ІНФОРМАЦІЙНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Список літератури

1. Основна

1. Пахтусов В.В.. Основи побудови засобів радіозв'язку. – К.: ВІПІ НТУУ “КПІ”, 2004. – 299 с.
2. Брагин А.С. Передающие устройства систем радиосвязи. – К.: КВИДКУС, 1987. – 365 с.
3. Романенко В.Г., Урывский Л.А., Хмура В.Д. Сборник методических материалов “Передающие устройства систем радиосвязи”. – К.: КВИДКУС, 1991. – 146 с.
4. Гайдук О.В. та ін. Радіотелекомунікаційні технології: радіопередавальні та радіоприймальні пристрої. – Ніжин: «Аспект-Поліграф», 2007. – 319 с.

2. Додаткова

1. Основы техники радиосвязи // под.ред. М.В. Верзунова. – М.: МО СССР, 1972, - 622с.
2. Брагин А.С., Федяев В.Е. и др. Радиостанция Р – 161А – 2М. – К.: КВВИУС, 1988.
3. Проектирование радиопередающих устройств /Под ред. В.В. Шахильдяна. – М.: Радио и связь, 1984.
4. Потапов В.В. Методичні матеріали до практичних занять. К. 2014.

3. Наочні посібники

1. Плакат 1. “Завадостійкість дискретних радіосигналів”
2. Плакат 2. “Формування дискретних радіосигналів”
3. Плакат 3. “Структурна схема збуджувача метрового діапазону хвиль”
4. Плакат 4. “Методи формування сітки частот”
5. Плакат 5. “Підсилювачі потужності на транзисторах”
6. Плакат 6. “Широкопосмугові підсилювачі”
7. Плакат 7. “Типи узгоджувачів пристроїв передавачів”