

## ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОГЕНЕРАТОРІВ З ПАРАМЕТРИЧНОЮ І КВАРЦОВОЮ СТАБІЛІЗАЦІЄЮ ЧАСТОТИ

Мета: дослідити вплив дестабілізуючих факторів на стабільність частоти коливань автогенераторів з параметричною й кварцовою стабілізацією частоти; усвідомити міри, що зменшують вплив дестабілізуючих факторів.

Час: 2 години.

### I. ОПИС ЛАБОРАТОРНОЇ УСТАНОВКИ

Схема лабораторної установки наведена на мал.1.1.

Склад лабораторної установки:

- лабораторний макет;
- частотомір.

В лабораторній роботі дослідженням підлягають два транзисторних автогенератори: автогенератор з параметричною стабілізацією частоти (ПГ) і кварцовий автогенератор (КГ).

Предметом досліджень є вплив різних дестабілізуючих факторів на частоту коливань автогенераторів.

В якості дестабілізуючих факторів виступають:

- 1 - самопрогрів елементів схеми автогенераторів після включення електроживлення;
- 1 - зміна живлячої напруги транзисторів автогенераторів ;
- 2 - підключення реактивного елемента в контур автогенератора з параметричною стабілізацією частоти;
- 2 - прогрів термостата кварцового автогенератора.

Крім того, досліджується стабілізуюча дія стабілізатора живлячої напруги, а також вимірюються межі зміни частоти опорного кварцового автогенератора "Тіацинт" при його корекції.

Зміна частоти автогенераторів контролюється електронним частотоміром, включеним у гніздо ЧАСТОТА. Для почергового підключення частотоміра до генераторів передбачений тумблер КГ-ПГ.

Вплив реактивного елемента (варикап у контурі ПГ) на стабільність частоти досліджується за допомогою перемикача РЕАКТИВНИЙ ЕЛЕМЕНТ на три положення ОТКЛ-ВКЛ-ФАПЧ.

Зміна живлячої напруги на транзисторах автогенераторів здійснюється перемикачем НАПРУГА (-10%, НОМИН., +10%).

Перемикач живлення КГ і ПГ із нестабільної напруги на стабільну здійснюється тумблером СТАБІЛІЗАТОР ВКЛ-ОТКЛ.

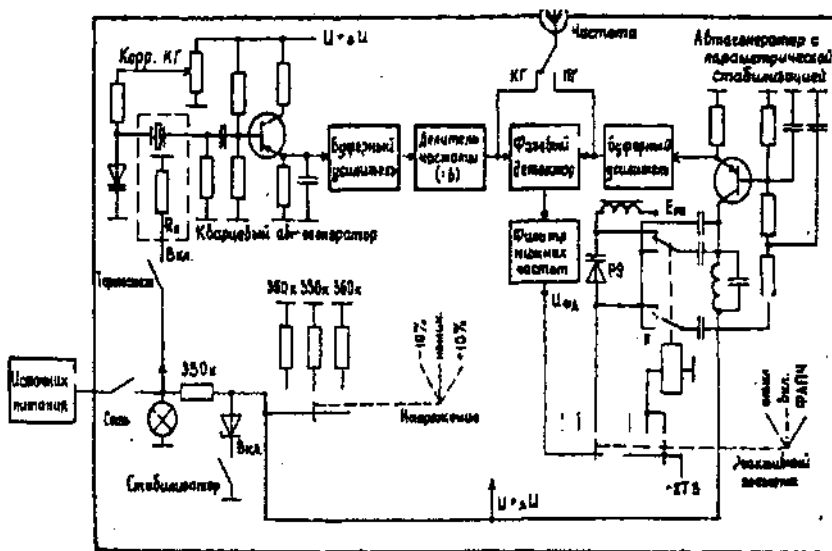


Рис.І.І. Структурна схема лабораторної установки.

Дослідження змін частоти КГ від прогріву термостата здійснюється при включеному тумблері ТЕРМОСТАТ.

За допомогою потенціометра КОРР КГ можна змінювати величину напруги на елемент корекції опорного кварцового автогенератора "Гіацинт" і тим самим визначити межі електричної корекції частоти цього генератора.

## II. ЗАВДАННЯ НА САМОСТІЙНІ ЗАНЯТТЯ

1. Вивчити теоретичний матеріал по темі лабораторного заняття: /2/, с.23...42, 44...54, 83...86.
2. Ознайомитися з лабораторною установкою, завданням по роботі в лабораторії й порядком її виконання.
3. Підготувати бланк звіту й таблиці для запису результатів вимірів.

## III. ЗАВДАННЯ ПО РОБОТІ В ЛАБОРАТОРІЇ

1. Дослідити залежність відходу частоти автогенераторів від самопрогріву.
2. Дослідити залежність відходу частоти автогенераторів від зміни живлячих напруг:
  - при ввімкненому стабілізаторі напруги;
  - при включеному в контур ПГ і виключеному реактивному елементі.
3. Виміряти межі електричної корекції частоти КГ.
4. Дослідити залежність відходу частоти КГ при прогріві термостату.

## IV. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ ПО РОБОТІ В ЛАБОРАТОРІЇ

Підключити частотомір до гнізда ЧАСТОТА лабораторного макету. Частотомір повинен бути прогрітий протягом 20...30 хвилин. Перевірити працездатність частотоміра без ввімкнення лабораторного макету.

Ввімкнути живлення макета можна тільки з дозволу викладача.

### 1. Дослідження залежності відходу частоти автогенераторів від самопрогріву

До включення тумблера МЕРЕЖА необхідно встановити органи керування на панелі лабораторного макета в наступні положення:

- СТАБІЛІЗАТОР - ВКЛ,
- ТЕРМОСТАТ - ОТКЛ,
- РЕАКТИВНИЙ ЕЛЕМЕНТ - ОТКЛ,

НАПРУГА - НОМИН.,  
КОРЕКТОР КГ - у середнє положення.

Приготувати бланк звіту для запису результатів вимірів у табл.1.1.

Таблиця 1.1.

№ досл.	Час t, хв.	0,2	0,5	1	2	4	8
1	$f_{пг}$ , Гц						
	$\Delta f_{пг}$ , Гц						0
2	$F_{кг}$ , Гц						
	$\Delta f_{кг}$ , Гц						0

Ввімкнути МЕРЕЖУ й через 10...15 секунд виміряти частоти ПГ і КГ, маніпулюючи тумблером ЧАСТОТА ПГ-КГ. Аналогічні виміри зробити через інші інтервали часу.

Побудувати графіки залежності  $\Delta f_{пг}(t)$  і  $\Delta f_{кг}(t)$  в одному масштабі. Вказати максимальний «вибіг» частоти за час досліджень.

2. Дослідження залежності відходу частоти автогенераторів при зміні живлячих напруг

Черговість вимірів частоти при зміні живлячих напруг представлена в табл.1.2.

Для кожного виміру обчислити значення  $\Delta f_1 = f_1 - f_{ном}$ ,  $\Delta f_2 = f_2 - f_{ном}$  і величину відносної нестабільності частоти при зміні живлячої напруги на  $\pm 10\%$ :

$$\delta f = \frac{|\Delta f_1| + |\Delta f_2|}{2 \cdot f_{ном}}$$

Таблиця 1.2

№ досл.	Полож тумб- лера ЧАСТОТА	Полож тумб- лера СТАБІЛІЗАТОРА	Полож. пере- микач. РЕАКТЕЛЕ М.	Положення перемикача НАПРУГА					$\delta f$
				- 10%		ном	+ 10%		
				$f_1$ , Гц	$\Delta f_1$ , Гц	$f_{ном}$ , Гц	$f_2$ , Гц	$\Delta f_2$ , Гц	
3	КГ	ВКЛ	-						
4	ПГ	ВКЛ	ОТКЛ						
5			ВКЛ.						
6		ОТКЛ	ОТКЛ						
7			ВКЛ.						

Перемикач НАПРУГА перевести в положення НОМИН. Побудувати графіки залежності змін частоти  $\Delta f(\Delta U)$  при зміні живлячих напруг (в одному масштабі).

3. Вимір меж електричної корекції частоти опорного кварцового автогенератора "Гіацинт"

Перевести тумблер ЧАСТОТА в положення КГ, а тумблер СТАБІЛІЗАТОР в положення ВКЛ.

Виміряти частоту КГ для середнього і обох крайніх положень потенціометра КОРЕКТОР КГ.

Таблиця 1.3

№ досліду	Положення органу корекції			$\Delta f_{кор} =  f_n - f_{л} $	$\delta f_{кор} = \frac{\Delta f_{кор}}{2 f_c}$
	Ліве $f_{л}$	Середнє $f_c$	Праве $f_n$		
8					

Обчислити межі зміни частоти при корекції КГ  $\Delta f_{кор}$  і величину відносної нестабільно КГ, яку можна компенсувати ланцюгом корекції  $\delta f_{кор}$ .

#### 4. Дослідження залежності відходу частоти КГ при прогріві термостату

Перевести потенціометр КОР.КГ у середнє положення.

Включити підігрів термостата тумблером ТЕРМОСТАТ. Зробити виміри частоти згідно табл.1.4.

Таблиця

№ досл.	Час t, хв	0,5	1	2	4	8	$t_{пр} =$
9							
							0

В останньому стовпчику таблиці вказати час прогріву термостата до номіналь температури і номінальнє значення  $f_{кг}/2/$  с. 52.

Залежність  $\Delta f_{кг}$  від часу представити графічно (на сітці координат графіків табл.1.1).

### V. ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт по лабораторній роботі повинен містити:

1. Схему лабораторної установки.
2. Таблиці з результатами вимірів і графіки знятих залежностей.
3. Аналіз отриманих результатів і висновки по роботі.

У висновках вказати:

З таблиці 1.1:

- причини зміни  $f_{пг}$  і  $f_{кг}$  з часом (п.1, п.2);
- причини різної зміни величин  $\Delta f_{пг}$  і  $\Delta f_{кг}$  (п.1, п.2).

З таблиці 1.2:

- причини зміни  $f_{кг}$  і  $f_{пг}$  при зміні живлячої напруги;
- причини різної зміни величин  $\delta f_{пг}$  і  $\delta f_{кг}$  при зміні  $\frac{\Delta U}{U}$  (п.3, п.4);
- оцінити кількісно вплив керованого реактивного елемента (варикапа в контурі ПГ) стабільність частоти ПГ (п.4, п.5);
- оцінити кількісно вплив стабілізатора напруги на стабільність частоти ПГ (п.4 і п.6, п. п.7).

З таблиць 1.1 і 1.4:

- причини зміни величини  $f_{кг}$  із часом (п.9);
- причини різної зміни  $f_{кг}$  із часом (п.2 і п.9);
- інженерну оцінку часу прогріву термостата до номінальної температури (п.11).

Примітка: при викладці причин зміни частоти ПГ і КГ використовувати для ілюстра ФЧХ елементів автогенераторів

З таблиці 1.3:

- межі-корекції частоти ОКГ "Гіацинт"  $\Delta f_{кор}$

№ досліду	Положення органу корекції			$\Delta f_{кор} =  f_n - f_{л} $	$\delta f_{кор} = \frac{\Delta f_{кор}}{2 f_c}$
	Ліве $f_{л}$	Середнє $f_c$	Праве $f_n$		
8					

Обчислити межі зміни частоти при корекції КГ  $\Delta f_{кор}$  і величину відносної нестабільності КГ, яку можна компенсувати ланцюгом корекції  $\delta f_{кор}$ .

#### 4. Дослідження залежності відходу частоти КГ при прогріві термостату

Перевести потенціометр КОР.КГ у середнє положення.

Включити підігрів термостата тумблером ТЕРМОСТАТ. Зробити виміри частоти КГ згідно табл.1.4.

Таблиця 1.4

№ досл.	Час t, хв	0,5	1	2	4	8	$t_{пр} =$
9							
							0

В останньому стовпчику таблиці вказати час прогріву термостата до номінальної температури і номінальне значення  $f_{кг}/2/$  с. 52.

Залежність  $\Delta f_{кг}$  від часу представити графічно (на сітці координат графіків табл.1.1).

### V. ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт по лабораторній роботі повинен містити:

1. Схему лабораторної установки.
2. Таблиці з результатами вимірів і графіки знятих залежностей.
3. Аналіз отриманих результатів і висновки по роботі.

У висновках вказати:

З таблиці 1.1:

- причини зміни  $f_{пг}$  і  $f_{кг}$  з часом (п.1, п.2);
- причини різної зміни величин  $\Delta f_{пг}$  і  $\Delta f_{кг}$  (п.1, п.2).

З таблиці 1.2:

- причини зміни  $f_{кг}$  і  $f_{пг}$  при зміні живлячої напруги;
- причини різної зміни величин  $\delta f_{пг}$  і  $\delta f_{кг}$  при зміні  $\frac{\Delta U}{U}$  (п.3, п.4);
- оцінити кількісно вплив керованого реактивного елемента (варикапа в контурі ПГ) на стабільність частоти ПГ (п.4, п.5);
- оцінити кількісно вплив стабілізатора напруги на стабільність частоти ПГ (п.4 і п.6, п.5 і п.7).

З таблиць 1.3 і 1.4:

- причини зміни величини  $f_{кг}$  із часом (п.9);
- причини різної зміни  $f_{кг}$  із часом (п.2 і п.9);
- інженерну оцінку часу прогріву термостата до номінальної температури (п.11).

Примітка: при викладці причин зміни частоти ПГ і КГ використовувати для ілюстрації ФЧХ елементів автогенераторів

З таблиці 1.3:

- межі-корекції частоти ОКГ "Гіацинт"  $\Delta f_{кор}$

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВИХІДНИХ КОЛИВАНЬ ЗБУДНИКА «ЛАЗУРЬ»**

Мета заняття: закріпити знання принципів формування вихідних коливань у збуднику «ЛАЗУРЬ»; освоїти методику експериментальної оцінки параметрів сигналів формованих у збуднику.

Час: 4 години.

**I. ОПИС ЛАБОРАТОРНОЇ УСТАНОВКИ**

Лабораторна установка обладнується на базі передавальної частини радіостанції Р-161МВ1.

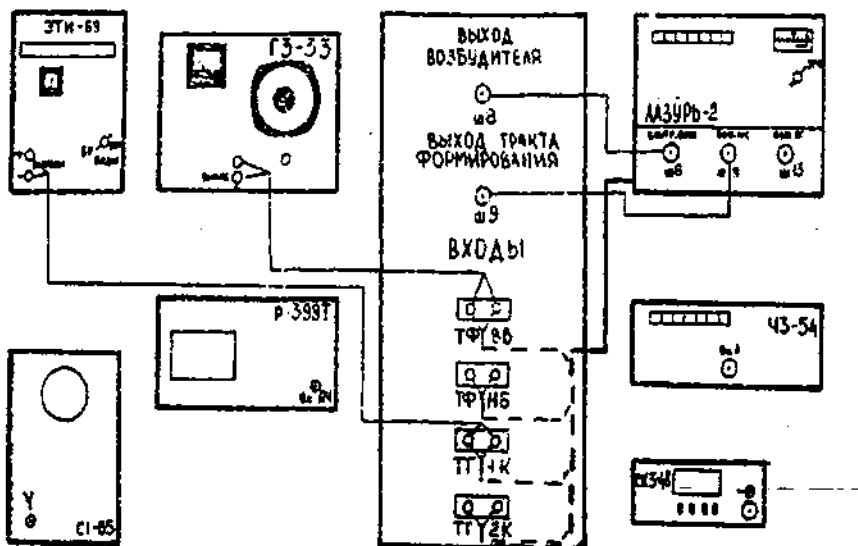
До складу установки входять (рис.1.1)

- збудник «ЛАЗУРЬ»-2 у складі передавача;
- комутаційна приставка до передавача;
- електронний частотомір;
- осцилограф;
- генератор низькочастотних сигналів;
- девіометр;
- спектроаналізатор;
- джерело еталонних телеграфних сигналів.

За допомогою установки в ході заняття пропонується досліджувати :

1. Установлення номіналу вихідної частоти при початковому прогріві збудника.
2. Амплітудну характеристику тракту формування однополосного сигналу.
3. Динамічну модуляційну характеристику тракту формування частотно-модульованого сигналу.
4. Спектри ЧМ сигналів.
5. Спектру телеграфних сигналів.
6. Епюри вихідної напруги збудника при формуванні сигналів А1.

Джерелом безперервних модулюючих сигналів виступає генератор низькочастотних сигналів (ГЗ-33)



Джерелом маніпулюючих сигналів є прилад ЕТИ-64 (69).

На вхід збудника модулюючі сигнали подаються через комутаційну приставку.

До коаксіальних роз'ємів приставки підведені вихід тракту формування телефонних і телеграфних сигналів (для підключення їх до спектроаналізатора або осцилографа) і контрольний вихід збудника (для підключення до частотоміра, девіометра або осцилографа).

## II. ЗАВДАННЯ НА САМОСТІЙНУ РОБОТУ

1. Повторити теоретичний матеріал по заняттях 7/1...7/4, (/2/, з, 103...121, 135...155, 189...196, 298).
2. Ознайомитися з лабораторною установкою, завданням по роботі в лабораторії, порядком його виконання, порядком користування приладами, що використовуються на занятті.
3. Підготувати бланк звіту й таблиці для запису результатів вимірів.

## III. ЗАВДАННЯ ПО РОБОТІ В ЛАБОРАТОРІЇ

1. Дослідити стабільність вихідних коливань при початковому прогріві збудника.
2. Зняти амплітудну характеристику тракту формування однополосного сигналу.
3. Виміряти девіацію частотно-модульованих коливань.
4. Дослідити спектри ЧМ коливань.
5. Дослідити спектри телеграфних сигналів.

## IV. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ ПО РОБОТІ В ЛАБОРАТОРІЇ

### Підготовка до вимірів

1. Переконайтеся в установці органів керування в положення, що відповідають готовності збудника до роботи в режимі керування МІСЦЕВЕ:
  - на щиті живлення перемикач СЕТЬ-ОТКЛ. – в положення СЕТЬ;
  - на лицьовій панелі збудника «ЛАЗУРЬ»-2
    - КЕРУВАННЯ - МЕСТН.;
    - ВИД РАБОТЫ - ТФ;
    - РІД РОБОТИ - НЕСУЧА;
    - КОНТРОЛЬ - УРЧ (зафіксувати);
  - перемикачі установки частоти – одна із частот діапазону збудника (довільно);
  - на допоміжній панелі збудника (під кришкою) – всі тумблери в верхнє положення, крім тумблера (ОТПИР.- ЗАПИР.) – в положення ОТПИРАНИЕ;
  - на блоці АС:
    - ПИТ.- ВКЛ.
    - ВИСОК.- ОТКЛ.
    - ИЗЛУЧ.- ОТКЛ.
    - НАСТР.- ОТКЛ.
    - УПР.- МЕСТН.
  - на БУСУ (ТЛП-55): натиснути кнопка - табло РОБОТА.

### 1. Дослідження стабільності вихідних коливань при початковому прогріві збудника

1. Зібрати схему вимірів відповідно до мал. 1.2 по пункту 3.1.
2. Включити живлення частотоміра, переконайтеся в його готовності до роботи.
3. Приготуватися до вимірів і заповнення табл. 3.1

Таблиця 3.1

$t, \text{ мин}$ $f$	0,15	0,5	1	2	4	8
$f_{\text{вих}}, \text{ кГц}$						
$\Delta f_{\text{вих}}, \text{ кГц}$						
$\Delta f_{\text{окг}}, \text{ кГц}$						

4. Включити живлення збудника:

- на блоці БЗ-28 тумблер живлення - у положення ВКЛ. (УВАГА! З цього моменту починається прогрів термостата й відлік часу) . Загоряється лампочка ЖИВЛЕННЯ ОГ ;

- та передній панелі збудника:

тумблер живлення - у положення ВКЛ. Загоряється лампочка ЖИВЛЕННЯ ПРИБОРУ ; натиснути кнопку УСТАНОВКА ЧАСТОТИ РЧДУ. Загоряються лампочки ГОТОВ К РАБОТЕ, РАБОТА. На частотомірі з'являються відліки частоти.

5. Заповнити табл. 3.1. Живлення частотоміра вимкнути. Для кожного виміру обчислити значення похибки частоти ОГ  $\Delta f_{ог}$  і внести результати до табл. 3.1.

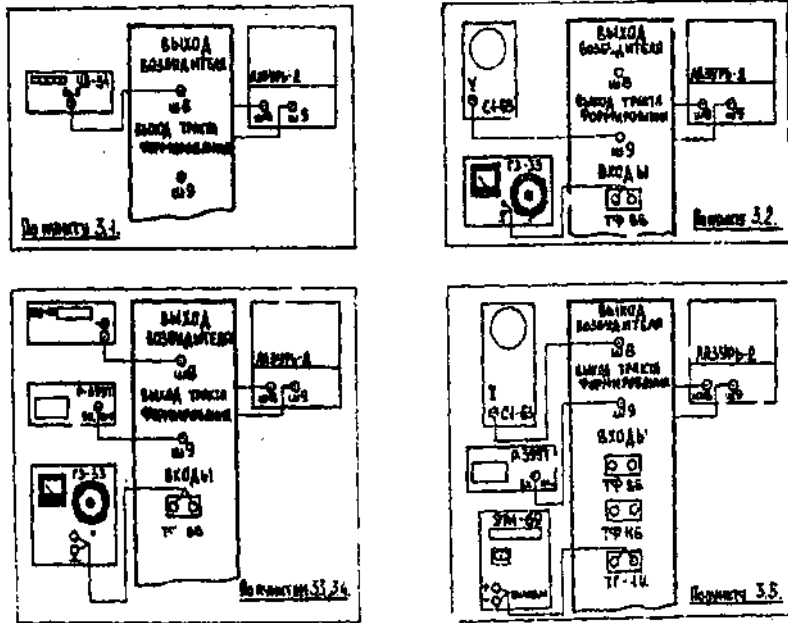


Рис.1.2. Схема з'єднань вимірювальних приладів при виконанні досліджень

2. Зняття амплітудної характеристики тракту формування однополосного сигналу

1. Зібрати схему вимірів відповідно до мал. 1.2 по - пункту 3.2.
2. Включити живлення генератора ГЗ-33 й осцилографа.
3. Встановити нормальний рівень модулюючого сигналу на вході збудника:
  - встановити на генераторі рівень вихідного сигналу 300 мВ з частотою 800 Гц;
  - на панелі збудника перемикач КОНТРОЛЬ - у положення ЛІНІЯ А<sub>1</sub>. Користуючись потенціометром ПОСИЛЕННЯ А<sub>1</sub> (на допоміжній панелі під кришкою), домогтися відхилення показань індикатора КОНТРОЛЬ в середину чорного сектора.
4. Встановити РІД РОБОТИ збудника – А39-А<sub>1</sub>.
5. Встановити вихідну розгортку на екрані осцилографа:
  - на допоміжній панелі збудника тумблер КОМПРЕСІЯ - в положення ОТКЛ.;
  - користуючись ручкою ПОСИЛЕННЯ на панелі осцилографа, встановити на екрані найбільший розмах розгорнення (по верхній і нижній границях розмітки екрана).
6. Змінюючи вихідну напругу генератора ГЗ-33 від 0 до 300мВ, заповнити табл. 3.2.

Таблиця 3.2

$U_{вх}, мВ$	0	50	100	150	200	225	250	275	300
--------------	---	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----



$U_{\text{вих. под}}$	Компрес. ОТКЛ								
	Компрес. ВКЛ								

7. Повторити виміри для положення тумблера КОМПРЕСІЯ - ВКЛ. Результати вимірів представити у графічному вигляді.

### 3. Вимір девіації частоти частотно-модульованих коливань

1. Зібрати схему вимірів відповідно до мал. 1.2 по пункту 3.3.
2. Включити живлення девиометра СКЗ-46 і підготувати його до вимірів (Додаток 2).
3. Установити РІД РОБОТИ збудника – РЗ.
4. Змінюючи рівень вихідного сигналу генератора ГЗ-33 і його частоту, зробити виміри девіації й заповнити таблицю 3.3

Таблиця 3.3

$U_d, \text{ мВ}$		50	100	200	300
		$F_d, \text{ кГц}$			
$\Delta f_{\text{дев}}, \text{ кГц}$	1 кГц				
	2 кГц				
	3 кГц				

5. Живлення девиометра ввімкнути

### 4. Дослідження спектрів ЧМ коливань

1. Включити живлення спектроаналізатора й підготувати його до вимірів (рис. 1.1 по пункту 3.4)
2. Для значень  $U_d = 50, 100 \text{ мВ}$  та  $F_d = 1 \text{ кГц}, 2 \text{ кГц}$  замалювати спектрограми модульованих коливань.
3. Живлення генератора ГЗ-33 вимкнути.

Для кожної спектрограми визначити, користуючись графіками функцій Бесселя, значення  $m_{\text{чм}}$  і розрахувати відповідні значення девіації  $\Delta f_{\text{дев}}$ .

Результати визначення  $m_{\text{чм}}$ , розрахунків  $\Delta f_{\text{дев}}$  і відповідні їм виміряні значення  $\Delta f_{\text{дев}}$  внести у звіт.

### 5. Дослідження спектрів телеграфних сигналів

1. Зібрати схему вимірів відповідно до мал. 1.2 по пункту 3.5.
2. Включити живлення приладу ЕПІ-64 (69) і підготувати його до вимірів.
3. Встановити ВИД РОБОТИ збудника – ТГ, РІД РОБОТИ – АІ.
4. Уточнити положення органів керування спектроаналізатором для дослідження спектрів телеграфних сигналів. Далі всі спектри зображувати в одному масштабі.
5. Для двополюсних посилок з швидкістю маніпуляції  $V=75$  й  $150$  Бод замалювати спектри сигналів А1, дотримуючись масштабу.

6. Замалювати осцилограми напруг для обох випадків.
  7. Встановити РІД РОБОТИ збудника - P1-500.
  8. Замалювати спектри сигналів зі швидкістю маніпуляції  $V=75$  й  $150$  Бод.
  9. Встановити РОД РОБОТИ збудника - P6-200.
  10. По черзі подаючи сигнали маніпуляції зі швидкістю  $V=150$  Бод на вхід 1 й 2 каналів, замалювати спектри сигналів P6-200.
  11. Встановити РІД РОБОТИ збудника - P9.
  12. Замалювати спектри сигналів зі швидкістю маніпуляції  $V=75$  й  $150$  Бод.
- Живлення всіх приладів, збудника й стійки передавача вимкнути.

## V. ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт по лабораторному заняттю повинен містити:

1. Схему лабораторної установки.
2. Таблиці з результатами вимірів, розрахунків і графіки всіх знятих залежностей.
3. Аналіз отриманих результатів і висновки по роботі.  
У висновках відобразити:

### З табл. 3.1:

- причини зміни  $\Delta f_{\text{вих}}$  з часом;
- розрахункову формулу для визначення  $\Delta f_{\text{окг}}$ ;
- інженерну оцінку результатів вимірів  $f_{\text{вих}}$  протягом перших 8 хвилин після включення збудника в порівнянні з технічними вимогами до збудника.

### З табл. 3.2:

- причини якісного розходження ходу амплітудних характеристик при включеній і виключеній компресії.

### З табл. 3.3:

- причини зміни девіації частоти при зміні амплітуди й частоти модулюючого сигналу;
- інженерну оцінку знятих динамічних модуляційних характеристик у порівнянні з вимогами до трактів формування ЧМ коливань.

### Зі спектрограм по пункту 3.4:

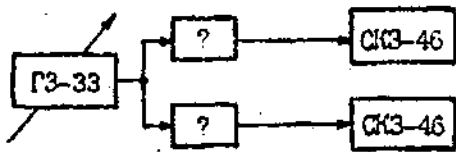
- причини зміни зображення спектра ЧМ коливань при зміні амплітуди й частоти модулюючого сигналу;
- порівняльну характеристику результатів визначення  $m_{\text{ЧМ}}$  і  $\Delta f_{\text{дев}}$  для досліджених коливань, відповідність їх виміряним значенням  $\Delta f_{\text{дев}}$ .

### З результатів по пункту 3.5:

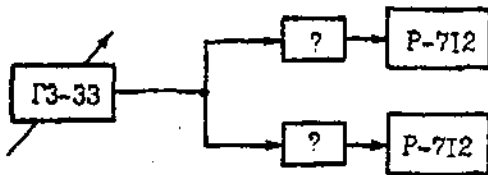
- причини зміни спектра сигналу A1 при зміні швидкості маніпуляції ;
- інженерну оцінку осцилограм сигналу A1 у порівнянні з очікуваною формою огинаючої сигналу;
- причини зміни спектра сигналу P1-500 при зміні швидкості маніпуляції;
- обґрунтований вивід про спосіб формування сигналів P1-500(з розривом фази або без розриву);
- причини зміни спектра сигналу P6-200 при зміні керування входом сигналів маніпуляції;
- причини зміни спектра сигналів P9 при зміні швидкості маніпуляції;
- порівняльну оцінку зображення й ширини спектрів сигналів A1 і P9 при однаковій швидкості маніпуляції.

## VII. ЗАВДАННЯ ДЛЯ ПИСЬМОВОЇ ПЕРЕВІРОЧНОЇ РОБОТИ

1. Поясніть, від чого залежить нестабільність частоти  $f_{вих}$  у збуднику «ЛАЗУРЬ» при формуванні несучого коливання.
2. Поясніть, чому при фільтровому способі формування однополосних сигналів потрібно кілька перетворень частоти?
3. Поясніть призначення тумблера КОМПРЕСІЯ в збуднику «ЛАЗУРЬ».
4. Поясніть, на величину якого параметра вихідного сигналу збудника «ЛАЗУРЬ» впливає робота кільця ЧАПЧ у блоці Б4-24?
5. Поясніть, на величину якого параметра вихідного сигналу збудника «ЛАЗУРЬ» впливає "округлення" телеграфних посилок?
6. Вкажіть, як, користуючись наведеною нижче схемою, відрізнити пристрої формування сигналів ЧМ і ФМ за допомогою ГЗ-33 і девіометра? Доведіть.

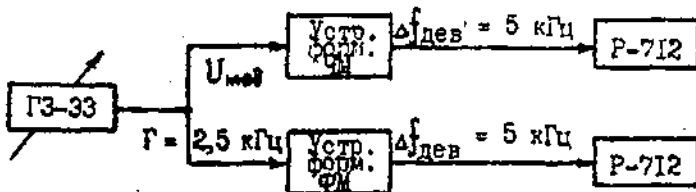


7. Вкажіть, як, користуючись наведеною нижче схемою, відрізнити пристрої формування ЧМ і ФМ за допомогою ГЗ-33 й аналізатора спектра? Доведіть.



8. Вкажіть, чи однакові спектри ФМ і ЧМ сигналів, якщо девіація частоти на виході пристрою  $\Delta f_{дев} = 5$  кГц? Намалуйте їх. Чи зміняться спектри, якщо збільшити вдвічі: а)  $F_{мод}$ , б)  $U_{мод}$ ? Якщо зміняться, то як? Доведіть.

Вказівка. Всі спектри для різних  $F_{мод}$  й  $U_{мод}$  намалувати в однакових масштабах по обох осях ( $U$ ,  $F$ )



9. Намалуйте (з дотриманням масштабу по частотній осі) спектри-сигналів А1 і Р1-250 (з розривом і без розриву фази), якщо швидкість передачі  $B = 50$  Бод (маніпуляція "точками").
10. Намалуйте спектр сигналу Р6-250 на виході передавача, якщо працює тільки 2-й канал, а перший "мовчить" - на вхід першого каналу постійно подається послілка "отжатие".
11. Намалуйте спектр сигналу Р6-250 на виході передавача, якщо працює тільки перший ТГ канал, а другий "мовчить". На вхід другого каналу постійно подається послілка "отжатие".
12. Намалуйте спектри сигналів Р9, Р1-500 (з розривом і без розриву фази) при швидкості передачі 150 Бод (маніпуляція "точками").

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СПІВВІДНОШЕНЬ ПРИ ПІДСИЛЕННІ ОДНОПОЛОСНИХ СИГНАЛІВ

Мета роботи: овоїти методику експериментальної оцінки енергетичних співвідношень при посиленні однополосних сигналів у передавачі середньої потужності.

Час: 2 години.

### I. ОПИС ЛАБОРАТОРНОЇ УСТАНОВКИ

Лабораторна установка обладнується на базі передавальної частини радіостанції Р-161МБ1.

До складу установки входять (мал. 1):

- однополосний передавач з еквівалентом антени;
- комутаційна приставка до передавача;
- генератор низькочастотних сигналів ;
- осцилограф.

Енергетичні співвідношення в передавачі досліджуються для двох видів вхідних сигналів: – гармонійного (від генератора ГЗ-33) і мовного (від магнітофона).

Від джерела модулюючих НЧ сигналів при роботі, виду АЗІ коливання подається в тракт формування верхньої (ВВ) бічної смуги через гнізда комутаційної приставки ВХОДЫ-ТФ ВБ. При роботі, виду АЗВ – в тракт формування ВБ через гнізда комутаційної приставки ВХОДЫ-ТФ ВБ.

Вхідний рівень модулюючого сигналу, і рівні перетвореного модульованого сигналу контролюються вбудованим у збудника «ЛАЗУРЬ» індикатором, що підключають до точок контролю за допомогою перемикача КОНТРОЛЬ (на рис.2 пунктирними кружками позначені точки контролю).

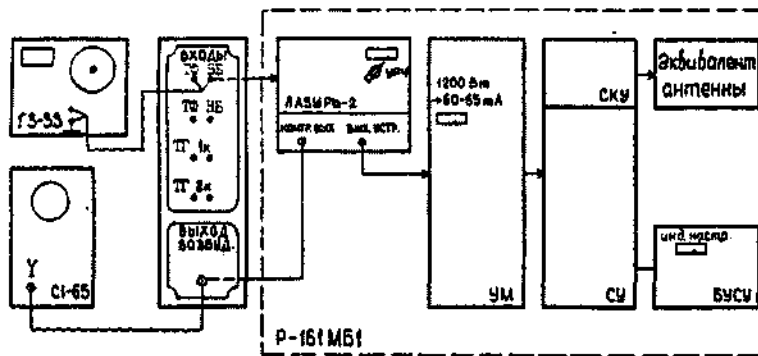
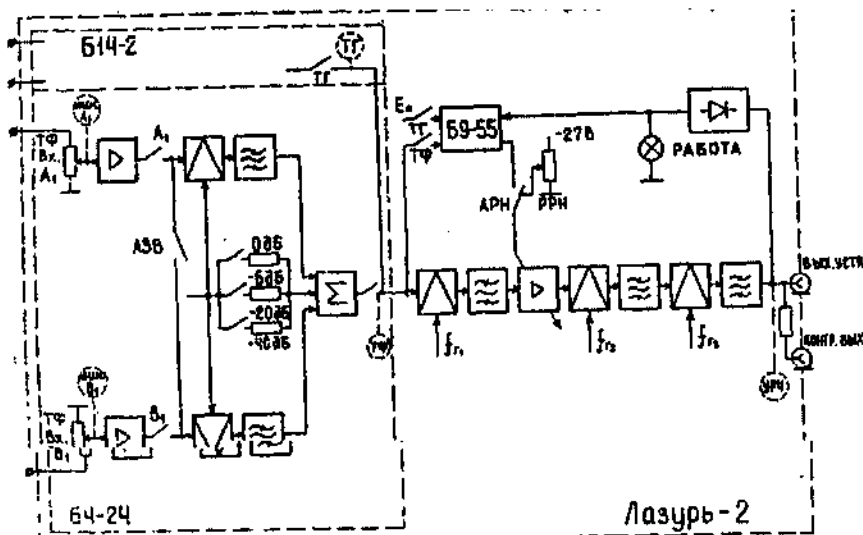


Рис. 1. Схема лабораторної установки

При подачі на вхід гармонійного сигналу стрілка індикатора (положення перемикача ЛІНІЯ А<sub>1</sub>) повинна відхилитися вліво в середину зафарбованого сектора. Регулювання рівня вхідного сигналу здійснюється потенціометром "Посилення А<sub>1</sub>", вісь якого виведена на допоміжну панель (під кришкою на лицьовій панелі збудника «ЛАЗУРЬ»).



**Рис.2. Проходження сигналу в збуднику**

На екрані осцилографа відображаються епюри коливань на виході збудника. Це дозволяє спостерігати форму огинаючої високочастотного коливання, а також контролювати величину використаної ділянки амплітудної характеристики тракту підсилення.

У всіх експериментах досліджувана ділянка амплітудної характеристики тракту підсилення повинна підтримуватися постійною. Це забезпечується шляхом підтримки незмінним розмаху зображення по вертикалі на екрані осцилографа.

За допомогою вбудованих приладів (див. мал.3) вимірюються точки, пропорційні потужності підсилюваних коливань на виході анодного контуру підсилювача потужності (індикатор ВИХІД на стійці УМ, блок ТПП-6-2) і на виході погоджувального пристрою (індикатор ІНДИКАТОР НАСТРОЙКИ БУ СУ на блоці ТПП-55).

**Примітка:** Значення потужності розраховуються за вимірюваним значенням струму й відповідно до вказівок на трафареті індикатора ВИХІД блоку ТПП-6-2 "1200 Вт - 60 мкА". При даному показанні індикатора ВИХІД показання на ІНДИКАТОРІ НАСТРОЮВАННЯ відповідають потужності на виході погоджувального пристрою, що дорівнює 1000 Вт.

## **II. ЗАВДАННЯ НА САМОСТІЙНУ РОБОТУ**

1. Вивчити теоретичний матеріал по темі заняття /2/, с. 288...300, 97...105; /3/, с.36, 37, 141.
2. Ознайомитися з лабораторною установкою, завданням по роботі в лабораторії, порядком його виконання, порядком користування приладами, що використовуються на занятті.
3. Підготувати бланк звіту й табл. I для запису результатів вимірів.

## **III. ЗАВДАННЯ ПО РОБОТІ В ЛАБОРАТОРІЇ**

1. Дослідити енергетичні співвідношення між несучою й бічною складовими в тракці підсилення однополосних сигналів при модуляції тоном.
2. Дослідити енергетичні співвідношення в тракці підсилення однополосних сигналів при модуляції мовою з застосуванням і без використання компресії.
3. Вивчити - методику оцінки енергетичних співвідношень по епюрах напруг високочастотних коливань при підсиленні однополосних сигналів.

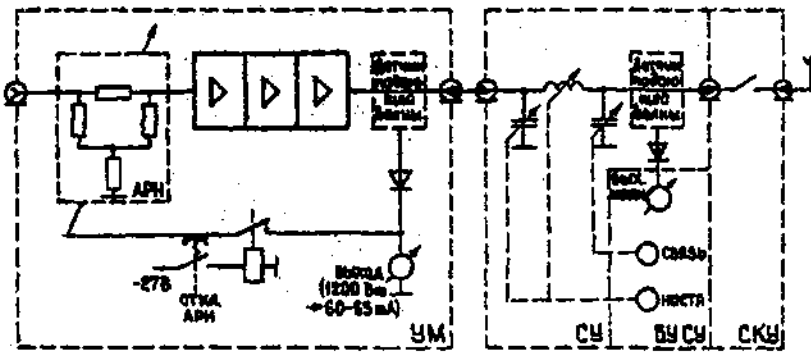


Рис. 3. Проходження сигналу в тракті підсилення.

#### IV. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ ПО РОБОТІ В ЛАБОРАТОРІЇ

##### 1. Підготовка до вимірів

1. Зібрати лабораторну установку за схемою на мал.1. Передавач налаштується на робочу частоту завчасно без участі студентів!

2. Включити живлення передавача й переконатися в його готовності до роботи в режимі керування МІСЦЕВЕ. Для цього:

а) переконатися в установці органів керування:

- на лицьовій панелі збудника «ЛАЗУРЬ-2»;

КЕРУВАННЯ - МД;

ВИД РОБОТИ - ТГ;

РІД РОБОТИ ТГ - Р1-200;

КОНТРОЛЬ - УРЧ (зафіксувати);

- на допоміжній панелі збудника (під кришкою) - всі тумблери у верхнім положенні;

- на блоці АС:

ВИСОКИЙ.- ОТКЛ. перемикач ХВИЛІ ПРД - 1;

ИЗЛУЧ.- вкл;

НАСТР.- ОТКЛ;

УПР - МЕСТН.

б) перевести збудник у заданий режим роботи:

-на АС натиснути кнопку УСТАНОВКА ЧАСТОТИ РПДУ, при цьому на лицьовій панелі збудника горять лампочки ГОТОВИЙ ДО РОБОТИ й РОБОТА, стрілка індикатора відхиляється вправо в середину зафарбованого сектора;

- на блоці ВУ СУ натиснути кнопку - табло ДИСТ., горить підсвічування ДИСТ, РОБОТА.

в) подати ВИСОКЕ на лампи підсилювача потужності й оцінити значення вступної потужності при роботі блоків АРН:

- на блоці АС тумблер ВИСОКИЙ. перевести в положення ВКЛ.;

-на стійці УМ (внизу) переконатися в підсвічуванні кнопки-табло ВИСОКОЕ ВКЛ, при відсутності світіння натиснути кнопку-табло АВАР. ВКЛ. ВИСОКОЕ;

- на стійці УМ (угорі) зняти показання індикатора ВИХІД після натискання табло СКИДАННЯ, переконатися в їхній відповідності номінальної потужності (1200 Вт - 60-65 мА);

- на ВУ СУ (блок ТПП-55) зняти показання індикатора НАСТРОЮВАННЯ;

- зняти показання приладів запам'ятати.

г) виключити ВИСОКОЕ переводом тумблера ВИСОК. на блоці АС у положення ОТКЛ.

3. Встановити номінальну вихідну потужність передавача при ручному регулюванні.

Для цього:

- на допоміжній панелі збудника (під кришкою) тумблер АРН-РРН перевести в положення РРН, потенціометром РРН вихідну напругу збудника зменшити до мінімуму (гасне лампочка РОБОТА);

- на стійці УМ натиснути до фіксації (горить підсвічування)кнопку АРН.ВЫКЛ;
- на блоці АС включити ВЫСОКОЕ тумблером;
- на стійці УМ переконатися у включенні ВЫСОКОГО;
- користуючись потенціометром РРН, збільшувати вихідну напругу збудника до установки показань індикатора ВИХІД блоку ТПП-6-2 на значення, отримане в режимі АРН;
- переконатися в збігу показань із колишнім на індикаторі блоку БУ СУ (ТПП-55);
- внести показання приладів у табл.1 (п.1);
- виключити ВЫСОКОЕ на блоці АС.

2. Дослідження енергетичних співвідношень у тракці підсилення ОПС при модуляції тоном.

1. Включити живлення генератора ГЗ-33, осцилографа.
2. На лицьовій панелі збудника встановити:  
ВИД РОБОТИ – 1к ТФ ;  
РІД РОБОТИ ТФ - НЕСУЧА
3. Включити ВЫСОКЕ.
4. Переконатися в співпадінні показань індикаторів ВИХІД (ТПП-6-2) і ІНДИКАТОР НАСТРОЙКИ (ТПП-55) з внесеними в табл.1 при роботі РІ-200.
5. На екрані осцилографа домогтися, міняючи підсилення по вертикалі (вісьУ), розмаху зображення, зручного для реєстрації (наприклад, до границь розмітки зображення на екрані).

Після цього обертання ручки підсилення по осі У не допускається!!!!

6. Замалювати осциллограмму в бланку звіту.
7. Виключити ВЫСОКОЕ.
8. Встановити на лицьовій панелі збудника РІД РОБОТИ ТФ – АЗІ - А<sub>1</sub> .

Таблиця 1

	Вид роботи	Вид модул сигн.	I <sub>вих</sub> УМ, поділ	P <sub>вих</sub> УМ, Вт	I <sub>вих</sub> УС, поділ	P <sub>вих</sub> УС, Вт	P <sub>нес.</sub> Вт	P <sub>бок</sub> Вт	P <sub>вих</sub> P <sub>вих.макс</sub>	
1	РІ-200 (нес)	-		1200		1000	1000	-		1
2	АЗІ – А <sub>1</sub>	тон								
3	АЗВ ПОДАВЛ	тон								
4	АЗА – А <sub>1</sub>	тон								
5	АЗН – А <sub>1</sub>	тон								
6	АЗІ – А <sub>1</sub> (компресія)	мова								
7	АЗІ – А <sub>1</sub> (компр. вимк.)	мова								
8	Несуча P=P <sub>макс</sub> /N							-		N=

9. Від генератора ГЗ-33 подати на гнізда комутаційної приставки ВХОДЫ-ТФ ВБ сигнал з частотою 800Гц, напругою 0,3В.

10. На лицьовій панелі збудника перемикач КОНТРОЛЬ перевести в положення ЛІНІЯ А<sub>1</sub>. Користуючись потенціометром ПІДСИЛЕННЯ А<sub>1</sub> (під кришкою), встановити показання індикатора И в середину лівого зафарбованого сектора.

11. Включити ВИСОКЕ.

12. Користуючись потенціометром ПІДСИЛЕННЯ А<sub>1</sub>, уточнити амплітуду вхідного сигналу, домагаючись на екрані осцилографа розмаху зображення, що збігається з розмахом зображення при роботі в режимі НЕСУЧА. Замалювати осциллограму для даного виду

сигналу(2). Нижче зобразити спектральне представлення цього сигналу.

13. Показання індикаторів ВИХІД й ІНДИКАТОР НАСТРОЮВАННЯ внести в табл.1. (п. 2). Виключити ВИСОКОЕ.

14. Повторити дії по пп. 8...13 для положень перемикача РІД РОБОТИ ТФ - АЗВ. ПОДАВЛ., АЗН-А<sub>1</sub>, АЗА-А<sub>1</sub>. Осцилограми малювати в одному масштабі по осі амплітуд, часу й частот.

15. Встановити РІД РОБОТИ ТФ- НЕСУЧА. При включеному ВИСОКОМУ, користуючись потенціометром на збуднику РРН, зменшити амплітуду вхідного сигналу до величини, при якій потужність вихідного сигналу зменшується в N раз (за завданням викладача). Перед експериментом доцільно провести необхідні розрахунки.

Результати внести в табл.1 (п. 8).

### 3. Дослідження енергетичних співвідношень у тракці підсилення ОПС при модуляції мовою

1 . Підключити до гнізд комутаційної приставки ВХОДЫ-ТФ ВБ вихід магнітофона.

2 . Встановити на лицьовій панелі збудника РІД РОБОТИ ТФ - АЗІ-А<sub>1</sub>

3. Користуючись потенціометром ПОСИЛЕННЯ А<sub>1</sub> (під кришкою), домогтися, щоб при максимальних мовних сплесках вхідної напруги показання індикатора И не перевищувало середини лівого зафарбованого сектора.

4. Включити ВИСОКОЕ.

5. Користуючись потенціометром ПОСИЛЕННЯ А<sub>1</sub>, уточнити амплітуду мовного сигналу, домагаючись на екрані осцилографа розмаху зображення у встановлених раніше границях.

6. Усереднені показання індикаторів на блоках ТПП-6-2 і ТПП-55 внести в табл.1. у рядок для роду роботи АЗІ – А<sub>1</sub>, (мова, компресія) (п. 6). Виключити ВИСОКОЕ.

7. На допоміжній панелі збудника (під кришкою) тумблер КОМПРЕСІЯ перевести в положення ОТКЛ. Повторити дії по пп.4..6 і занести показання індикаторів у табл.1 у рядок для роду роботи АЗІ-А<sub>1</sub>, (мова, без компресії) (п.7). Замалювати епюри напруги для мовного сигналу.

## **V. ЗМІСТ ЗВІТУ**

Звіт по лабораторному заняттю повинен містити:

1) Схему лабораторної установки, дані про устаткування, що використується в роботі.

2) Результати вимірів струмів на виході анодного контуру й погоджувального пристрою при зазначених видах роботи й модулюючих напругах.

3) Результати розрахунку сумарних потужностей, а також потужностей коливань несучих і бічних смуг.

4) Осцилограми й спектрограми вихідних коливань для видів сигналів: НЕСУЧА. АЗІ-А<sub>1</sub> (тон), АЗН-А<sub>1</sub> (тон), АЗА-А<sub>1</sub> (тон), АЗВ подавл.(тон), АЗІ-А<sub>1</sub> (мова).

5) Графічні пояснення розходження в середніх потужностях вихідних коливань при модуляції тоном: АЗІ-А<sub>1</sub> й АЗА-А<sub>1</sub> ; АЗВ й АЗН-А<sub>1</sub> (попарно).

Пояснення включають побудова погоджених за рівнем векторної діаграми, часового представлення огинаючої ВЧ коливання й спектрограми.

б) Аналіз отриманих результатів і висновки по роботі.

В висновках вказати:

– порівняльну оцінку й причини розходження (співпадіння) середніх потужностей, що генеруються:

— — а)–при АЗІ-А<sub>1</sub>, (тон) і Р1-200 (пп. 1,2) ;

б) при АЗІ-А<sub>1</sub> та АЗА-А<sub>1</sub> (тон) (пп. 2,4) ;

в) при АЗІ-А<sub>1</sub> та АЗН-А<sub>1</sub> (тон) (пп. 2,5) ;

г) при АЗН-А<sub>1</sub> та АЗВ подавл. (тон) (пп.3,5) ;

д) при АЗІ-А<sub>1</sub> (тон) і АЗІ-А<sub>1</sub> (мова) (пп. 2,6) ;

е) при АЗІ-А<sub>1</sub> (мова) з компресією й без компресії вхідного сигналу, з вказівкою значень пік-фактора для обох випадків (за результатами розрахунку) (пп. 6,7) ;

– ефективність використання повної потужності лампи для передачі інформації (для кожного дослідження) (пп. 1 - 7);

– розрахункову формулу для визначення вихідної отужності, яка використовується при виконанні п. 8 табл.1.



$$P_{\text{вих}} = \frac{P_{\text{МАКС}}}{N}$$

## VI. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

/2/, с.299...300.

## VII. ПИТАННЯ

для письмової перевіркової роботи

1. Дайте порівняльну характеристику середніх потужностей сигналів АЗ (при  $m = 1$  й  $m = 0,5$ ), АЗВ, АЗІ при модуляції гармонійним або випадковим ( $\Pi = 3,3$ ) первинним сигналом (позавданню викладача).

2. Обґрунтуйте, чи впливають (і якщо впливають, то як) величини живлячих напруг  $E_{g1}$ ,  $E_A$ , напруги збудження  $U_{mg}$  і величина опору навантаження  $R_3$  на рівень нелінійних спотворень підсилювача однополосних сигналів.

3. Намалювати частотну, векторну й часову діаграми сигналів АЗІ, АЗА, АЗН, АЗВ на виході підсилювача (за завданням викладача) при модуляції тоном.

4. Коефіцієнт амплітудної модуляції  $m=0,7$  пікфактор сигналу дорівнює 3. Визначити, наскільки ефективно використовується повна потужність лампи вихідного каскаду для передачі інформації.

5. Обґрунтуйте доцільність кліпінгування однополосного сигналу. Чому кліпінгування здійснюється тільки в одному каналі (багатоканального однополосного передавача)? Чим кліпінгування відрізняється від компресії?

6. Запропонуйте спосіб ручного регулювання вихідної потужності передавача Р-161 за показниками індикаторів струмів на виході УМ і СУ (для отримання потужності)

$$P_{\text{вих}} = \frac{P_{\text{МАКС}}}{N}$$

## Лабораторна робота № 4

### ДОСЛІДЖЕННЯ ВИХІДНОГО КАСКАДУ РАДІОПЕРЕДАВАЧА

Мета заняття: овоїти методику вимірювання основних енергетичних показників вихідного каскаду радіопередавача.

Час: 4 години.

#### I. ОПИС ЛАБОРАТОРНОЇ УСТАНОВКИ

Схема лабораторної установки наведена на мал.1. Установка складається з лабораторного макета передавача з вбудованими приладами.

Досліджуваний вихідний каскад зібраний за схемою із загальним катодом на лампі ГУ-50 з паралельним живленням анодного кола. Статичні характеристики лампи ГУ-50 наведені в Додатку 9.

На передній панелі макета розміщені:

а) шість приладів для виміру:

- діючого значення напруги збудження  $U_{mg}$  (В);
- постійної складової струму керуючої сітки  $I_{g10}$  (мА);
- постійної складової струму екрануючої сітки  $I_{g20}$  (мА);
- постійної складової струму анода  $I_{a0}$  (мА);
- діючого значення напруги на аноді  $U_k$  (В);
- діючого значення струму в еквіваленті антени  $I_A$  (А);

б) ручка потенціометра РЕГУЛЮВАННЯ  $U_{mg}$  ;

в) ручка варіометра НАСТРОЮВАННЯ АНОДНОГО КОНТУРУ;

г) перемикач ЗВ'ЯЗОК З АНТЕНОЮ;

д) ручка варіометра НАСТРОЙКА АНТЕННОГО КОНТУРУ;

е) сигнальна лампочка РОЗЖАРЕННЯ для індикації наявності напруги розжарення лампи вихідного каскаду.

#### II. ЗАВДАННЯ НА САМОСТІЙНУ РОБОТУ

1. Повторити теоретичний матеріал по темі лабораторного заняття /2/, с. 206...232, 245...255
2. Вивчити принципову схему вихідного каскаду (мал.1).
3. Ознайомитися з лабораторною установкою, завданням по роботі в лабораторії і порядком його виконання.
4. Підготувати бланк звіту й таблиці для запису результатів вимірів.

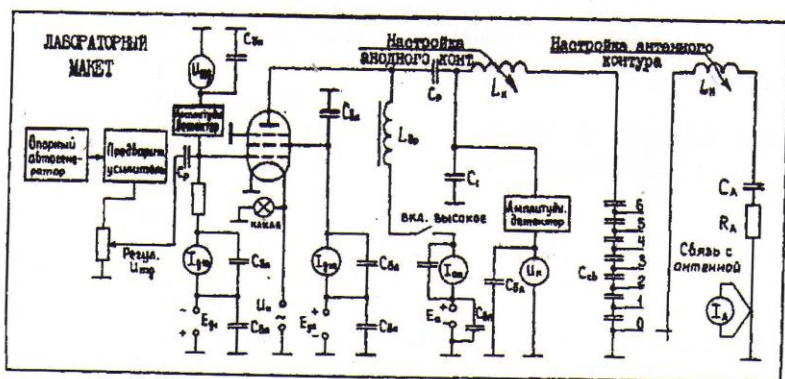


Рис. 1. Функціональна схема лабораторної установки.

### III. ЗАВДАННЯ ПО РОБОТІ В ЛАБОРАТОРІЇ

1. Дослідити вплив зміни напруги збудження на режим роботи вихідного каскаду.
2. Зняти характеристики настройки вихідного каскаду при розладі:
  - а) анодного контуру,
  - б) антенного контуру (погоджувального пристрою).
3. Зняти навантажувальні характеристики вихідного каскаду.

### IV. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ ПО РОБОТІ В ЛАБОРАТОРІЇ

1. Дослідження впливу зміни напруги збудження на режим роботи вихідного каскаду
  - 1) Перевірити наявність заземлення макета й джерел живлення. Тумблери включення живлення й ВИСОКЕ (на лабораторному макеті) повинні бути встановлені в нижнє положення. Ручка РЕГУЛЮВАННЯ  $U_{mg}$  повинна бути встановлена в крайнє ліве (проти годинникової стрілки) положення.
  - 2) Включити тумблер МЕРЕЖА й переконатися в тому, що світиться лампочка РОЗЖАРЕННЯ на макеті.
  - 3) Перемикач ЗВ'ЯЗОК З АНТЕНОЮ перевести в положення "0".
  - 4) Через 1,5...2 хвилини включити тумблер ВИСОКЕ.
  - 5) Змінюючи напругу збудження ручкою РЕГУЛЮВАННЯ  $U_{mg}$ , зняти залежності  $I_{g10}$ ,  $I_{g20}$ ,  $I_{A0}$ ,  $U_K$ .

#### НЕПРИПУСТИМЕ ЗАШКАЛЕННЯ ПРИЛАДІВ!

- б) Результати виміру записати в табл. 1.

Таблиця 1

$U_{mg}$ , В ( $X_{св}=0$ )	0	10	15	20	25	30	35	40	45
$I_{g10}$ , МА									
$I_{g20}$ , МА									
$I_{A0}$ , МА									
$U_K$ , В									

- 7) Визначити положення перемикача ЗВ'ЯЗОК З АНТЕНОЮ для випадку оптимального зв'язку:

- ручкою РЕГУЛЮВАННЯ  $U_{mg}$  зменшити напругу до нуля;
- виключити тумблер ВИСОКЕ;
- перевести перемикач ЗВ'ЯЗОК З АНТЕНОЮ в положення I;
- включити тумблер ВИСОКЕ;
- уточнити настроювання в резонанс анодного й антенного контурів;
- ручкою РЕГУЛЮВАННЯ  $U_{mg}$  встановити значення напруги, при якому з'являється струм  $I_{g10}$

( $U_{mg\text{ оп}}$ ).

- встановлене значення  $U_{mg\text{ оп}}$  і зафіксоване при цьому значення  $I_A$  внести в табл. 2.

Таблиця 2

Параметр \ $N_{св}$	0	1	2	3	4	5	6
$U_{mg\text{ оп}}$ , В							
$I_A$ , А							

- повторити аналогічні виміри для інших положень перемикача ЗВ'ЯЗОК З АНТЕНОЮ.
- по результатам табл. 2 визначити положення перемикача ЗВ'ЯЗОК З АНТЕНОЮ, що відповідає  $N_{св}=N_{св.опт}$ , і значення  $U_{mg\text{ оп}}$  для цього зв'язку.

Виконати виміри для випадку оптимального зв'язку:

- ручкою РЕГУЛЮВАННЯ  $U_{mg}$  встановити напругу, що дорівнює 0;



Показання всіх приладів занести в середній стовпчик табл. 6.

Таблиця. 6

$\alpha_{дел} (N_{св}=N_{св опт})$					0			
$I_{g10}, mA$								
$I_{g20}, mA$								
$I_{A0}, mA$								
$U_K, B$								
$I_A, A$								

10) Розладнуючи анодний контур вправо й вліво від резонансу, зняти показання всіх приладів. Заповнити табл. 6

11) Настроїти анодний контур у резонанс

б) Характеристики для настройки при розладі антенного контуру

Уточнити значення  $U_{mg оп}$  і настройки вихідного каскаду при  $N_{св} = N_{св опт}$ . Показання приладів повинні збігатися із записаними в середньому стовпчику табл. 6. Перенести їх у середній стовпчик табл. 7.

Таблиця. 7.

$\alpha_{дел} (N_{св}=N_{св опт})$					0			
$I_{g10}, mA$								
$I_{g20}, mA$								
$I_{A0}, mA$								
$U_K, B$								
$I_A, A$								

Розладнуючи антенний контур вправо і вліво від резонансу, зняти покази всіх приладів. Заповнити табл. 7.

3. Зняття характеристик навантаження вихідного каскаду.

В табл. 8 внести покази приладів з табл. 1, 3.

Таблиця 8.

$N_{св} (U_{mg} = B)$	0	1	2	3	4	5	6
$R_e, Ом$							
$I_{g10}, mA$							
$I_{g20}, mA$							
$I_{A0}, mA$							
$U_K, B$							
$I_a, A$							
$P_{\sim} = (U_K)^2 / R_e, Вт$							
$P_o = I_{A0} * E_a, Вт$							
$P_a = P_o - P_{\sim}, Вт$							
$P_A = I_A^2 * R_A, Вт$							
$\eta_{св} = P_A / P_{\sim}$							
$\eta = P_A / P_o$							

Встановлюючи перемикач ЗВ'ЯЗОК З АНТЕНОЮ в інші положення при відповідних значеннях  $U_{mg}$  (табл. 2), заповнити в табл. 8 рядки з 3 по 7. Значення  $R_e$  (2-й рядок) взяти з карток на робочому столі.

По наведеним у табл. 8 формулам зробити обчислення генеруємої  $P$ , споживаної  $P_o$  і потужності в еквіваленті антени  $P_A$ , а також величини ККД ( $\eta$ ), використовуючи відомості про значення  $R_e$  при різних  $N_{св}$ , наведені на робочому місці.

Показання всіх приладів занести в середній стовпчик табл. 6.

Таблиця. 6

$\alpha_{\text{дел}} (N_{\text{св}}=N_{\text{св опт}})$				0			
$I_{g10}$ , мА							
$I_{g20}$ , мА							
$I_{A0}$ , мА							
$U_K$ , В							
$I_A$ , А							

10) Розладнуючи анодний контур вправо й вліво від резонансу, зняти показання всіх приладів. Заповнити табл. 6

11) Настроїти анодний контур у резонанс

б) Характеристики для настройки при розладі антенного контуру

Уточнити значення  $U_{\text{mg оп}}$  і настройки вихідного каскаду при  $N_{\text{св}} = N_{\text{св опт}}$ . Показання приладів повинні збігатися із записаними в середньому стовпчику табл. 6. Перенести їх у середній стовпчик табл. 7.

Таблиця. 7.

$\alpha_{\text{дел}} (N_{\text{св}}=N_{\text{св опт}})$				0			
$I_{g10}$ , мА							
$I_{g20}$ , мА							
$I_{A0}$ , мА							
$U_K$ , В							
$I_A$ , А							

Розладнуючи антенний контур вправо і вліво від резонансу, зняти покази всіх приладів. Заповнити табл. 7.

3. Зняття характеристик навантаження вихідного каскаду.

В табл. 8 внести покази приладів з табл. 1, 3.

Таблиця 8.

$N_{\text{св}} (U_{\text{mg}}= B)$	0	1	2	3	4	5	6
$R_e$ , Ом							
$I_{g10}$ , мА							
$I_{g20}$ , мА							
$I_{A0}$ , мА							
$U_K$ , В							
$I_a$ , А							
$P_{\sim}=(U_K)^2/R_e$ , Вт							
$P_o=I_{A0} * E_a$ , Вт							
$P_a=P_o - P_{\sim}$ , Вт							
$P_A=I_A^2 * R_A$ , Вт							
$\eta_{\text{св}}=P_A / P_{\sim}$							
$\eta=P_A / P_o$							

Встановлюючи перемикач ЗВ'ЯЗОК З АНТЕНОЮ в інші положення при відповідних значеннях  $U_{\text{mg}}$  (табл. 2), заповнити в табл. 8 рядки з 3 по 7. Значення  $R_e$  (2-й рядок) взяти з карток на робочому столі.

По наведеним у табл. 8 формулам зробити обчислення генеруємої  $P$ , споживаної  $P_o$  і потужності в еквіваленті антени  $P_A$ , а також величини ККД ( $\eta$ ), використовуючи відомості про значення  $R_e$  при різних  $N_{\text{св}}$ , наведені на робочому місці.



## V. ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт по лабораторному заняттю повинен містити:

1. Схему вихідного каскаду.
2. Таблиці з результатами вимірів. Графіки:
  - однойменних залежностей (в одному масштабі) з табл. 1 й 2 ;
  - однойменних залежностей (в одному масштабі) з табл. 3 й 4 ;
  - залежностей з табл. 5;
  - залежностей з табл. 6.
3. Висновки й критичну оцінку отриманих результатів.

У висновках за допомогою сімейства характеристик  $i_{g2}(U_a)$ ,  $i_a(U_a)$  для лампи ГУ-50 (див.

Додаток 9), залежності  $R_e(\alpha)$  пояснити:

З табл. 1:

-залежності  $I_{g20}(U_{mg})$ ,  $I_{00}(U_{mg})$ ,  $U_k(U_{mg})$ .

З табл. 3:

-причини розходження ходу кривих при  $N_{CB} = N_{CB, опт}$  в порівнянні з ходом цих кривих при  $N_{CB} = 0$ ; пояснити залежність  $I_a(U_{mg})$ .

З табл. 5:

-залежності  $I_{g20}(\alpha)$ ,  $I_{00}(\alpha)$ ,  $U_k(\alpha)$ ,  $I_A(\alpha)$ .

З табл. 6:

- причини розходження ходу кривих при  $N_{CB} = N_{CB, опт}$  в порівнянні з ходом цих кривих при  $N_{CB} = 0$ .

З табл. 7:

-причини зміни  $I_a$  від розладнання антенного контуру.

З табл. 8:

-залежності  $I_{g20}(R_e)$ ,  $I_{A0}(R_e)$ ,  $U_k(R_e)$ ,  $I_A(R_e)$ ;  $P_0(R_e)$ ,  $P_A(R_e)$ ,  $P_{\sim}(R_e)$ ,  $P_a(R_e)$ ,  $\eta_{CB}(R_e)$ ,  $\eta(R_e)$ .

## VI. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

/2/, с.237...239, 272.

## VII. ЗАВДАННЯ

для письмової перевіркової роботи

1. Вкажіть вимоги до придушення гармонік на виході передавача. Які міри для придушення гармонік основного коливання можуть бути застосовані у вихідному каскаді? Обґрунтуйте.
2. Вихідний каскад простої схеми звичайно не забезпечує ефективної роботи в широкому діапазоні частот і на широкий клас антен, не завжди забезпечує фільтрацію гармонік. Завдяки чому ці недоліки не властиві вихідному каскаду складної схеми? Обґрунтуйте.
3. Обґрунтуйте основні функціональні вимоги до вихідного каскаду складної схеми.
4. Підсилювач працює в граничному режимі. Чи можна (і якщо можна, то як) змінити електронний ККД підсилювача, зберігши режим граничним, а потужність, що генерується колишньою?
5. Лампа підсилювача працює в перенапруженому режимі. Чи можна (і якщо можна, то як) перевести підсилювач у недонапружений режим, змінюючи живлячі напруги  $E_{g1}$ ,  $E_{g2}$ ,  $E_{g3}$ ,  $E_{a0}$ , напругу збудження  $U_{mg}$  і величину опору навантаження  $R_e$ , а також розладнуючи резонансне навантаження? Доведіть.

6. Обґрунтуйте залежності  $I_{a0}$ ,  $I_{a1}$ ,  $U_m$ ,  $P_{\sim}$ ,  $P_a$ ,  $P_o$ ,  $\eta$  від зміни напруги збудження  $U_{mg}$  лампового підсилювача.

7. Обґрунтуйте залежності  $I_{a0}$ ,  $I_{a1}$ ,  $U_m$ ,  $P_{\sim}$ ,  $P_o$ ,  $P_a$ ,  $\eta$  від розладу анодного резонансного навантаження лампи вихідного каскаду.

8. Обґрунтуйте залежності  $I_{a0}$ ,  $I_{a1}$ ,  $U_m$ ,  $P_{\sim}$ ,  $P_A$ ,  $P_a$ ,  $P_o$ ,  $P_A/P_o$  від зміни величини зв'язку між анодними й антенним контурами у вихідному каскаді складної схеми



## Лабораторна робота № 5

### ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДСИЛЮВАЧА З РОЗПОДІЛЕНИМ ПІДСИЛЕННЯМ

Мета роботи: закріпити теоретичні знання принципів побудови ПРП й опанувати методику експериментальних досліджень амплітудних і частотних характеристик ПРП.

Час: 2 години.

#### I. ОПИС ЛАБОРАТОРНОЇ УСТАНОВКИ

До складу лабораторної установки входять (мал. 1):

- лабораторний макет ПРП;
- генератор ВЧ Г4-18;
- осцилограф;
- характериограф ХІ-47;
- вольтметр В7-15 - 1 шт. ;
- універсальне джерело живлення УДЖ-1.

#### II. ПРОГРАМА ДОСЛІДЖЕНЬ

1. Дослідити амплітудні характеристики ПРП.
2. Дослідити частотні характеристики ПРП.
3. Дослідити форми напруг на баластових опорах й опорах навантаження у верхній і нижній половині діапазону частот.

#### III. ЗАВДАННЯ НА САМОСТІЙНУ РОБОТУ

1. Повторити теоретичний матеріал по темі заняття, /2/ с.305...316; /3/ с.38...46; /4/ с.198...217.
2. Ознайомитися з лабораторною установкою, завданням по роботі в лабораторії й порядком його виконання.
3. Вивчити порядок роботи із засобами вимірів, що використовуються на занятті.
4. Підготувати бланк звіту для запису результатів вимірів.

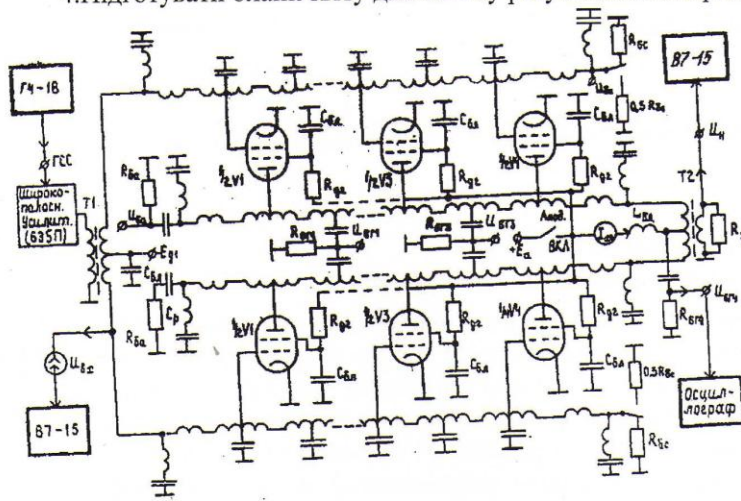


Рис. 1. Функціональна схема лабораторної установки.

#### IV. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ В ЛАБОРАТОРІЇ

##### 1. Підготовка до роботи лабораторного макета

звіту по лабораторній роботі.

2. Включити живлення вимірювальних приладів, після прогріву відкалібрувати їх. Напруга генератора Г4-18 знімається з виходу 0,1...1 В.

3. **Виключити** (!) тумблер АНОД на макеті ПРП.

4. **Включити** ПВП-1.

5. По приладу НАПРУГА ЗМІЩЕННЯ макета ПРП переконатися в наявності  $E_{cm}$ , що відповідає вихідним даним робочого місця.

6. В присутності керівника включити тумблер АНОД макета ПРП.

1. Вписати вихідні дані по номеру робочого місця в бланк



## 2. Дослідження амплітудних характеристик ПРП

1. Встановити робочу частоту генератора сигналів, зазначену в п.1 вихідних даних.
2. Змінюючи амплітуду вхідної напруги відповідно до п. 1 вихідних даних, зняти залежності  $U_{a1}, U_{a2}, U_{a3}, U_{a4}, U_{ба}, U_{бс}, I_{a0}$ . Результати вимірів занести в таблицю 1:

**Таблиця 1**

$f =$ МГц; $E_a =$ В; $E_{см} =$ В; $R_n =$ Ом; $R_{бс} =$ Ом; $R_{бр} =$ Ом													
	$U_{вх}$	$U_{ба}$	$U_{a1}$	$U_{a2}$	$U_{a3}$	$U_{a4}$	$U_n$	$U_{бс}$	$I_{a0}$	$P_{вх}$	$P_n$	$K_p$	$\eta$
1													
2													
3													
4													
5													
6													

## 3. Дослідження частотних характеристик ПРП.

Для зняття АЧХ ПРП підключити вихід генератора частоти, що коливається, характеріографа ХІ-47 до вхідних гнізд макета ПРП. До виходу макета ПРП підключити через детекторну секцію вхід характеріографа. Замалювати характеристику з екрана характеріографа в координатах  $U_n(f)$  при погодженому й неузгодженому навантаженнях сіткової лінії. Виміряти нерівномірність АЧХ для двох випадків (Додаток 7).

## 4. Дослідження форми напруг в контрольних точках.

1. Встановити напругу  $U_{вх}$  і початкову частоту вихідного коливання генератора відповідно до завдання на робочому місці.
2. Почергово підключаючи вхід осцилографа до точок одного із плечей  $U_{бр1,4}, U_{a2,3}, U_{ба}, U_n$  замалювати осцилограми напруг.
3. Повторити п.2 на частоті, що знах. вкінці діапазону ПРП.

## V. ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Виконати розрахунки  $P_{вх} = \frac{U_{бс}^2}{R_{бс}}$ ;  $P_n = \frac{U_n^2}{R_n}$ ;  $K_p = \frac{P_n}{P_{вх}}$ ;  $\eta = \frac{P_n}{I_{a0} * E_a}$ ; і внести результати в табл. 1.

2. Накреслити графіки  $U_{ба} = f(U_{вх}); U_{бс} = f(U_{вх}); P_{вх} = f(U_{вх}); P_n = f(U_{вх});$   
 $K_p = f(U_{вх}); \eta = f(U_{вх}).$

3. У висновках відобразити:

з табл. :

- причини зміни  $P_{вх}(U_{вх}), P_n(U_{вх});$
- причини зміни  $K_p(U_{вх}),$
- причини зміни  $\eta(U_{вх})$  і інженерну оцінку отриманих значень ККД.

зі знятої АЧХ ПРП:

- причини зміни  $K_p$  у діапазоні частот при узгодженому і неузгодженому навантаженнях;
- інженерну оцінку нерівномірності АЧХ ПРП

зі знятих осцилограм:

- причини розходження осцилограм  $U_{6r1,4}$  на різних частотах;
- причини розходження амплітуд і форми напруги  $U_{a2,3}$  на різних частотах;
- причини розходження амплітуд і форми напруг  $U_{6a}, U_n$

## VI. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

Л/, с.317, контрольні питання №№ 6...19.

## VII. ПИТАННЯ ДЛЯ ПИСЬМОВОЇ ПЕРЕВІРОЧНОЇ РОБОТИ

1. З якою метою на кінцях ліній ПРП включаються погоджувальні півкола?
2. Чим визначається коефіцієнт підсилення ПРП? Які шляхи його підвищення?
3. Чим визначається коефіцієнт корисної дії ПРП? Які шляхи його підвищення?
4. Чому не можна безмежно збільшувати число ламп в ПРП?
5. Яким вимогам повинні задовольняти параметри анодної й сіткової ліній?
6. Які недоліки й переваги двотактних ПРП?
7. Які способи усунення гармонік у навантаженні ПРП при роботі його ламп із відсіченням анодного струму?

