

Лабораторна робота 5

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТУ БЛОКУВАННЯ РАДІОПРИЙМАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ

Мета лабораторної роботи - дослідження ефекту блокування радіоприймального пристрою (РПП) завадою, яка за потужністю значно перевищує корисний сигнал, а частота її може не співпадати з частотами основного та побічних каналів прийому.

Стислі теоретичні відомості

В реальних умовах експлуатації через антену на вхід РПП поступають сигнали, рівень яких значно перевищує рівень корисних сигналів. Частоти цих сигналів можуть знаходитись не тільки в смузі пропускання РПП, але і за її межами.

Враховуючи невисоку вибірковість вхідних каскадів, завада проходить в преселектор і, впливаючи на його активні елементи, приводить до погіршення прийому корисного сигналу за рахунок зменшення коефіцієнта передачі цих каскадів. Це супроводжується зменшенням рівня сигналу або величини відношення сигнал/шум на виході РПП. [3]

Причиною цього явища є нелінійність вольт-амперних характеристик, в першу чергу тракту попередньої вибірковості та підсилення сигналу РПП.

Рівень блокування залежить від потужності завади і різниці між частотами сигналу і завади. Смуга частот, в межах якої спостерігається ефект блокування, зветься смугою частот блокування.

Іншим, не менш важливим параметром є коефіцієнт блокування, який визначається відношенням різниці рівнів сигналів на виході РПП при наявності та відсутності завади на його вході до рівня сигналу при відсутності завади

$$K_{\text{бл}} = \frac{U_{\text{с вих}} - U_{\Sigma \text{вих}}}{U_{\text{с вих}}}, \quad (5.1)$$

де $U_{\text{с вих}}$ – напруга сигналу на виході РПП при відсутності радіозавади;

$U_{\Sigma \text{вих}}$ – сумарна напруга на виході РПП, коли на його вході є корисний і заважаючий сигнали.

Коефіцієнт блокування є безрозмірною величиною і змінюється в межах від 0 до 1, що відповідає відсутності блокуючої завади на вході РПП або повному блокуванні РПП, коли на його виході буде відсутнім корисний сигнал.

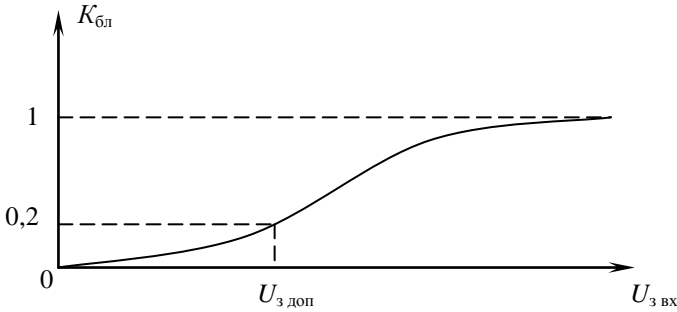


Рис.5.1. Залежність коефіцієнта блокування $K_{\text{бл}}$ від напруги завади на вході РПП, де $U_{\text{з доп}}$ – припустимий рівень завади на вході РПП

Припустимим для приймачів даного класу є величина $K_{\text{б}} = 0,2$, якій відповідає припустиме значення рівня завади.

Завада може привести не тільки до зменшення корисного сигналу на виході РПП, але й до погіршення вибірковості і коефіцієнту прямокутності частотно-вибіркової характеристики. Частотно-вибіркова характеристика по блокуванню - це залежність рівня завади на вході РПП від частоти завади при заданому значенні $K_{\text{бл}}$ і незмінних параметрах корисного сигналу. Вимірюється частотно-вибіркова характеристика двосигнальним методом.

На рис.5.2 наведені односигнальна 1 та двосигнальна 2 частотно-вибіркові характеристики, із порівняння яких слідує, що коефіцієнт прямокутності характеристики 2 гірший, ніж у 1, а смуга частот на одному і тому же рівні у характеристики 2 ширше ніж у першої, тобто при наявності блокуючої завади смуга частот пропускання $B_{\text{п}}$ розширюється.

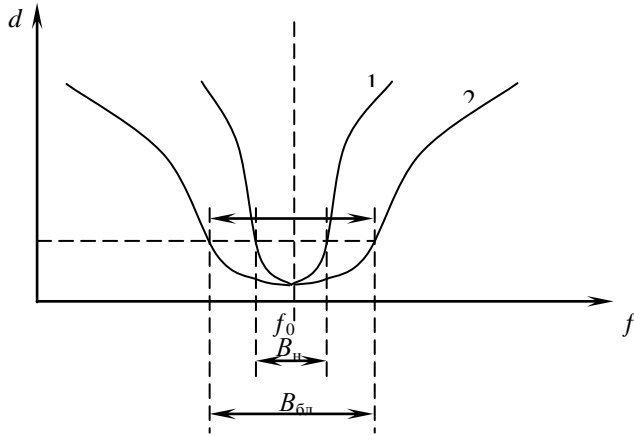


Рис. 5.2. Вигляд односигнальної 1 та багатосигнальної 2 частотно – вибірових характеристик

Характеристика ефективної вибіровості РПП по блокуванню визначається при заданому значенні коефіцієнта блокування:

$$d = 20 \lg \frac{U_{\text{звх}}(f_3)}{U_{\text{свх}}(f_c)}, \text{ при } \left(\frac{U_3}{U_c} \right)_{\text{вих}} = \text{const}$$

де $U_{\text{звх}}(f_3)$ – напруга завади на частоті $f_{\text{п}}$ на вході РПП;

$U_{\text{свх}}(f_c)$ – напруга сигналу на частоті f_c на вході РПП;

$(U_3/U_c)_{\text{вих}}$ – задане відношення завади/сигнал на виході РПП.

Ефективна вибіровість РПП по блокуванню залежить від співвідношення $(U_{\Sigma}/U_c)_{\text{вих}} = 1 - K_{\text{б}}$ і погіршується зі збільшенням рівня завади. Ефект блокування РПП практично не залежить від наявності модуляції завади.

Межі вхідних сигналів, при яких зберігається лінійний режим роботи підсилювачів і відсутній ефект блокування в РПП, визначається динамічним діапазоном. Чим ширше динамічний діапазон, тим при більших рівнях завад настає ефект блокування.

Динамічний діапазон по блокуванню $D_{\text{бл}}$ визначається співвідношенням:

$$D_{\text{бл}} = 20 \lg \frac{U_{\text{з доп}}}{U_{\text{с min}}}, \text{ дБ} \quad (5.2)$$

де $U_{\text{з доп}}$ – максимально допустима напруга завади, відповідаюча заданому порогу блокування;

$U_{\text{с min}}$ – реальна чутливість РПП.

Опис лабораторної установки

Схема установки для дослідження ефекту блокування РПП показана на рис.5.3.

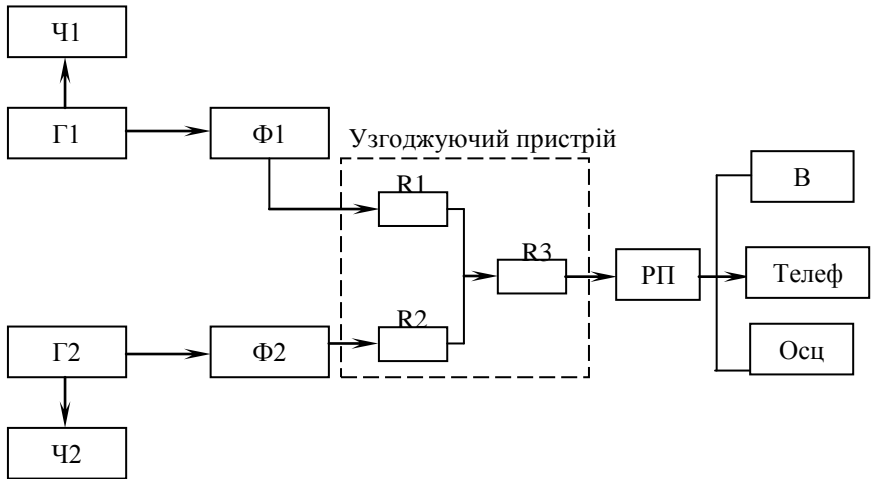


Рис.5.3. Структурна схема установки для дослідження ефекту блокування в РПП.

Установка складається з:

- двох генераторів стандартних сигналів Г1 і Г2;
- частотомірів Ч1 і Ч2;
- двох фільтрів нижчих частот Ф1, Ф2;
- узгоджуючого пристрою (еквівалент антени);
- радіостанції Р-809;

- вольтметра В;
- осцилографу;
- головних телефонів.

Генератор Г1, частоту якого контролює частотомір Ч1, імітує корисний сигнал, а генератор Г2 разом з частотоміром Ч2 – заваду. Сигнал Г1 модулюється по амплітуді внутрішнім модулятором, частотою $\Omega = 1000$ Гц, завада не модульована. Фільтри Ф1 і Ф2 пропускають тільки ті частоти генераторів, які призначенні для проведення досліджень. Узгоджуючий пристрій виконує роль еквівалента антени, розв'язує виходи обох генераторів від взаємного впливу, а також виконує роль суматора корисного і заважаючого сигналів. Низькочастотний вихід радіостанції з'єднаний з вольтметром, осцилографом та телефоном для візуальної та слухової реєстрації ефекту блокування.

Вихідне положення апаратури: усі регульовальні ручки в крайньому лівому положенні, усі тумблери, кнопки і клавіші – в положенні “Виключено”.

Підготовка апаратури до роботи

При підготовці апаратури до роботи необхідно:

- 5.4.1. Зібрати схему установки.
- 5.4.2. Ввімкнути живлення на апаратурі, перевірити напругу.
- 5.4.3. На генераторах натиснути кнопки “ГВЧ” і клавіші “70-140”.
- 5.4.4. На ГСС1 натиснути кнопку “АМ ВНУТР.”, перемикач “М%” встановити в положення “30”.
- 5.4.5. Ручку “Громкість” радіостанції повернути на $8 \dots 10^\circ$, перемикач “ВО-НО” встановити в положення “НО”.
- 5.4.6. Перемикачами “N” радіостанції встановити задану викладачем частоту настройки.
- 5.4.7. На осцилографі ручку “V/ДЕЛ.” встановити в положення “50mV”, ручку “ЧАС/ДЕЛ.” – в положення “1 ms”. Проконтролювати за допомогою осцилографу і телефонів появу шуму.

Порядок виконання роботи

5.5.1. Підготовка генератора корисного сигналу

5.5.1.1. Не вмикаючи генератори 1 і 2 за допомогою осцилографу і вольтметра визначити рівень шумів радіоприймача ($U_{ш}$).

5.5.1.2. Ввімкнути генератор корисного сигналу Г1 в режимі амплітудної модуляції при $m = 30\%$.

5.5.1.3. Налаштувати генератор Г1 на робочу частоту і встановити рівень сигналу, який відповідає співвідношенню сигнал/шум на виході РПП 26 дБ.

5.5.1.4. Зафіксувати значення $U_{свх}$ генератору Г1, що відповідає співвідношенню $(с/ш)_{вих} = 26$ дБ.

5.5.1.5. Зафіксувати значення напруги сигналу на виході Г1.

5.5.2. Підготовка генератора завади

5.5.2.1. Ввімкнути режим амплітудної модуляції Г2 і встановити максимальний рівень вихідного сигналу $U_{з\max}$.

5.5.2.2. Налаштувати Г2 на частоту робочого каналу $f_3 = f_0$ РПП.

5.5.2.3. Керуючись рекомендаціями, що наведені на рис.5.4. встановити частоту завади $f_2 = f_0 + 20$ кГц.

5.5.2.4. Ввімкнути модуляцію генератора Г2 і встановити мінімальний рівень вихідного сигналу.

5.5.3. Проведення вимірювань амплітудної характеристики РПП по блокуванню і побудова графіку залежності $K_{бл}$ від рівня завади.

5.5.3.1. Встановити рівень вихідного сигналу Г1 згідно пункту 5.5.1.3.

5.5.3.2. Не змінюючи частоти $f_2 = f_0 + 20$ кГц, поступово збільшувати рівень завади до тих пір, поки на виході РПП не зникне зображення сигналу, що буде відповідати повному блокуванню радіоприймача завадою, тобто $K_{бл} = 1$.

5.5.3.3. При виконанні пункту 5.5.3.2. необхідно зафіксувати 5-7 значень $U_{3\text{ вх}}$ і відповідні йому значення $U_{\Sigma\text{вих}}$ і занести їх в табл. 5.1.

5.5.3.4. Побудувати графік амплітудної характеристики блокування $U_{\Sigma\text{вих}} = f(U_{3\text{ вх}})$ використовуючи дані табл.5.1.

Таблиця 5.1

Номер вимірювання	$U_{3\text{ вх}}$, мВ	$U_{\Sigma\text{вих}}$, В	$K_{\text{бл}}$
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

5.5.3.5. Розрахувати $K_{\text{бл}}$ по формулі (5.1) для відповідних значень $U_{3\text{ вх}}$ і $U_{\Sigma\text{вих}}$. Занести отримані дані в табл. 5.1 та побудувати графік залежності $K_{\text{бл}} = \varphi(U_{3\text{ вх}})$ при $U_{\text{св}} = \text{const}$.

5.5.3.6. З побудованого графіку визначити допустиме значення напруги завади $U_{3\text{ доп}}$ при допустимому значенню $K_{\text{бл}} = 0,2$.

5.5.3.7. Повторити вимірювання і розрахунки за п.п. 5.5.3.2 – 5.5.3.5 для випадку налагодження генератора Г2 на частоту $f_2 = f_0 - 20$ кГц. Пункт виконується за вказівкою викладача.

5.5.3.8. Зменшити напругу вихідних сигналів Г1 і Г2 до мінімальних значень і повернути всю апаратуру в початковий стан.

5.5.3.9. За отриманими даними і співвідношенню (5.3) розрахувати значення динамічного діапазону РПП по блокуванню $D_{\text{бл}}$.

5.5.4 Оцінка ефективної вибірковості РПП по блокуванню

Для зняття ефективної вибірковості РПП по блокуванню необхідно виконати наступні операції:

5.5.4.1. Встановити вихідну напругу Г1 $U_{\text{свх}}$ згідно п.5.5.1.4.

5.5.4.2. З графіка залежності $K_0 = \varphi(U_{3\text{ вх}})$ визначити три значення $U_{3\text{ вх}}$, що відповідають значенням $K_0 = 0,2; 0,4; 0,8$.

5.5.4.3. З графіка залежності $U_{\Sigma \text{вих}} = \varphi(U_{3 \text{ вх}})$ визначити три значення $U_{\Sigma \text{вих}} = U_{\Sigma \text{вих}1}; U_{\Sigma \text{вих}2}; U_{\Sigma \text{вих}3}$, що відповідають заданим значенням $K_6 = 0,2; 0,4; 0,8$.

5.5.4.4. Встановити вихідну напругу Г2 $U_{3 \text{ вх}}$, відповідно значенню $K_6 = 0,2$ на частоті $f_1 = f_0 + 20$ кГц.

5.5.4.5. Збільшити $U_{3 \text{ вх}}$, не змінюючи частоту f_1 , таким чином, щоб на виході РПП напруга $U_{\Sigma 1}$ зменшилась у двічі.

5.5.4.6. Змінюючи частоту f_2 генератора 2 у бік більших значень, отримати попереднє значення $U_{\Sigma 1}$.

5.5.4.7. Зафіксувати значення $U_{3 \text{ вх}}$, при $f_2 = f_1 + \Delta f$.

5.5.4.8. Повторити дії п.п. 5.5.4.6 і 5.5.4.7 для випадку $f_3 = f_2 + \Delta f$.

5.5.4.9. Повторити вимірювання частотної вибіркості для $f_1 = f_0 - 20$ кГц; $f_2 = f_1 - \Delta f$ і $f_3 = f_2 - \Delta f$. Цей пункт виконується за вказівкою викладача.

5.5.4.10. Для всіх інших значень $K_{6л}$ провести вимірювання згідно п.п. 5.5.4.4 – 5.5.4.9.

5.5.4.11. По формулі (5.2) використовуючи дані табл. 5.2, розрахувати значення ефективної вибіркості при заданих значеннях коефіцієнту блокування $K_{6л}$, заповнити графу “ d ” табл.5.2.

Таблиця 5.2

№ вимірювання	K_{61}			K_{62}			K_{63}					
	Δf , кГц	$U_{3 \text{ вх}}, \text{ МВ}$		d	Δf , кГц	$U_{3 \text{ вх}}, \text{ МВ}$		d	Δf , кГц	$U_{3 \text{ вх}}, \text{ МВ}$		d
		$f_3 < f_c$	$f_3 > f_c$			$f_3 < f_c$	$f_3 > f_c$			$f_3 < f_c$	$f_3 > f_c$	
1												
2												
3												
4												
5												

5.5.4.12. Побудувати графік ефективної вибіркості РПП по блокуванню в вигляді залежності $d = \varphi(\Delta f)$ при $K_6 = \text{const}$, для трьох заданих значень K_6 .

5.5.4.13. Порівняти графік односигнальної ефективної вибіркової РПП, який отримано при виконанні роботи № 3 з графіками багатосигнальної вибіркової РПП по блокуванню і зробити необхідні висновки.

5.5.4.14. Вимкнути апаратуру, попередньо вивівши в крайнє ліве положення всі ручки і відпустивши всі кнопки та клавіші на генераторах.

5.5.4.15. Зробити відповідні висновки.

Зміст звіту

1. Мета досліджень.
2. Опис лабораторної установки.
3. Експериментальні дані.
4. Порівняльна характеристика ефективної вибіркової РПП отримана односигнальним та двосигнальним методами.
5. Основні висновки.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Як виявляється ефект блокування РПП і чим він обумовлений?
2. Чи впливає ширина динамічного діапазону РПП на ефект блокування?
3. Чи залежить ефект блокування від наявності модуляції завади?
4. Як впливають рівні сигналу і завади на ефективну вибірку РПП по блокуванню?
5. Якими критеріями оцінюється ефект блокування РПП і ефективна вибірку РПП по блокуванню?