

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет "Запорізька політехніка"

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторної роботи №2

«Дослідження методів вимірювання шумових параметрів НВЧ
модуля приймального пристрою супутникового телевізійного
мовлення»

з дисципліни

«Супутникові інформаційні системи»

для студентів спеціальності

172 «Електронні комунікації та радіотехніка»

всіх форм навчання

2024

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи № 2 «Дослідження методів вимірювання шумових параметрів НВЧ модуля приймального пристрою супутникового телевізійного мовлення» з дисципліни «Супутникові інформаційні системи» для студентів спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» всіх форм навчання/ Укл.: Логачова Л. М., Бугрова Т. І.– Запоріжжя,: НУ «ЗП», 2024. - 21с.

Укладачі: Л. М. Логачова, ст. викладач
Т. І. Бугрова, доцент , к.т.н.

Рецензент: С.С. Самойлик, доцент, к.ф.-м.н.

Відповідальний за випуск: Л.М. Логачова, ст. викладач

Затверджено
на засіданні кафедри
радіотехніки та телекомунікацій
Протокол № 4
від “15” лютого 2024 р.

Затверджено
на засіданні НМК ФРЕТ
Протокол № 5
від “15” лютого 2024 р.

ЗМІСТ

1. Загальні вимоги до виконання лабораторної роботи	4
2. Лабораторна робота	5
2.1. Мета роботи.....	5
2.2. Ключові положення	5
2.2.1. НВЧ модуль приймального пристрою	5
2.2.2. Методи вимірювання шумових параметрів модулів НВЧ	14
2.3. Ключові питання	17
2.3.1. Питання для допуску до лабораторної роботи:	17
2.3.2. Питання до захисту лабораторної роботи:.....	18
2.3.3. Питання підвищеної складності:	18
2.4. Домашнє завдання	19
2.5. Лабораторне завдання	19
3. Перелік посилань	20
Додаток А	21

1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

Зміст лабораторної роботи мусить бути заздалегідь вивчений на основі методичних вказівок із залученням теоретичного матеріалу з лекційного курсу та відповідної літератури.

Лабораторна робота виконується бригадами у складі 2..4-х студентів, кожен з яких виконує індивідуальне завдання.

Вихідні дані для виконання завдань досліджень (див. Додаток А) вибираються кожним студентом відповідно до передостанньої (m) та останньої (n) цифр номера залікової книжки.

Звіт складається кожним студентом і захищається в індивідуальному порядку. Звіт з лабораторної роботи мусить мати:

- титульний аркуш встановленого зразка (див. Додаток Б);
- мету роботи;
- завдання на домашнє дослідження та його результати;
- завдання на лабораторні дослідження та їх результати;
- висновки.

Висновки з роботи мусять включати як констатовану частину, що відображає основні отримані результати, так і аналітичну, в якій наводиться порівняльний аналіз даних теоретичного й експериментального досліджень, а також пояснення отриманих результатів.

2 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

«Дослідження методів вимірювання шумових параметрів НВЧ модулів приймального пристрою супутникового телевізійного мовлення»

2.1 Мета роботи

Метою лабораторної роботи є поглиблення теоретичних знань за темою «Супутникове телевізійне мовлення», а саме вивчення конструктивних особливостей і характеристик НВЧ модуля приймального пристрою супутникового телевізійного мовлення, дослідження методів вимірювання шумових параметрів цих модулів.

2.2 Ключові положення

Одним із елементів загальної структурної схеми приймального пристрою супутникового телевізійного мовлення (СТМ) є НВЧ модуль, який суміщено з опромінювачем параболічної антени та включає пристрій вибору поляризації (поляризатор) та НВЧ перетворювальний блок (конвертер).

2.2.1 НВЧ модуль приймального пристрою

НВЧ модуль приймального пристрою СТМ (див. рис. 1) встановлюється у фокусі параболічної антени та складається з трьох основних частин, об'єднаних в єдину конструкцію: опромінювач, поляризатор, конвертер (див. рис. 2).



Рисунок 1 - Зовнішній вид НВЧ модуля приймального пристрою СТМ

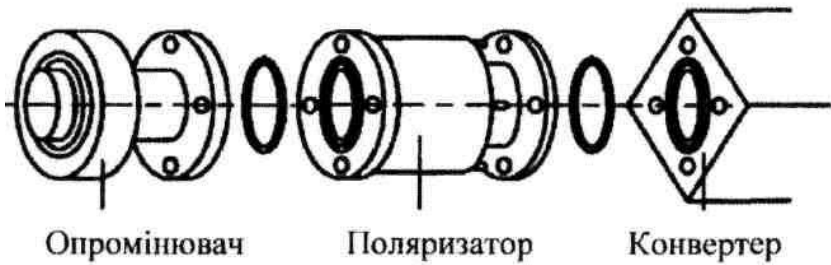


Рисунок 2 - Склад НВЧ модуля приймального пристрою СТМ

Опромінювач - пристрій, який виконує роль слабкоспрямованої антени, де фокусується прийнятий супутниковою антеною сигнал. До опромінювача висуваються наступні вимоги:

- габаритні розміри опромінювача мусять бути мінімальними для того, щоб зменшити затінювання параболічного рефлектора (дзеркала), оскільки це призводить до зниження коефіцієнта використання поверхні (КВП) антени і, тим самим, її коефіцієнта підсилення (КП);

- діаграма спрямованості (ДС) опромінювача повинна характеризуватися односпрямованим випромінюванням з мінімальним рівнем бічних пелюсток і з шириною, достатньою для опромінювання всієї поверхні дзеркала.

Необхідна ширина ДС опромінювача визначається типом параболічної антени (прямофокусна або офсетна) та місцем установки опромінювача, тобто фокусною відстанню F (іноді вводять параметр - відношення фокусної відстані до діаметра параболічної антени F/d). Чим менше F/d , тим ближче розташовується опромінювач до параболічного рефлектора, і тим глибше сам рефлектор. Відношення F/d прямо пов'язане з кутом опромінювання, чим менше F/d , тим більшим мусить бути кут опромінювання параболічного рефлектора 2θ (див. рис. 3).

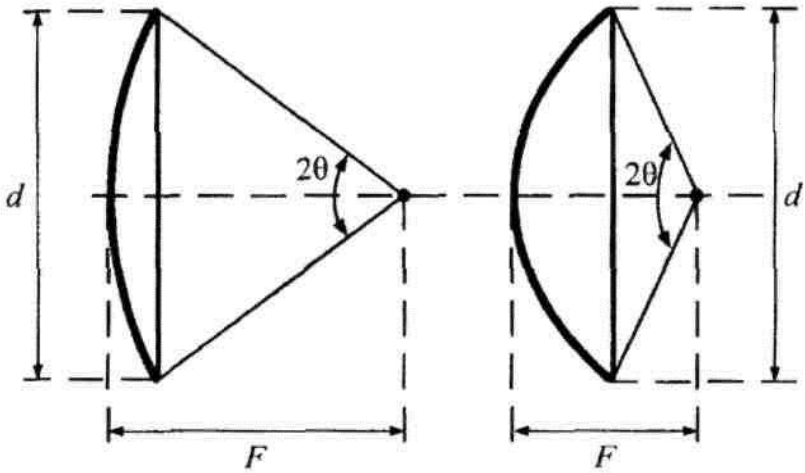


Рисунок 3 - Геометричні параметри параболічної антени

У серійних прямофокусних антенах СТМ відношення F/d може знаходитися в межах 0,32...0,42, що відповідає $150^\circ...120^\circ$ кута опромінювання 2θ . Тому для таких антен використовуються опромінювачі з широкою ДС - у вигляді відкритого кінця круглого хвильоводу з дросельним фланцем - плоского диска, на якому з боку рефлектора є концентричні кільцеві канавки глибиною в чверть довжини хвилі (див. рис. 4).



Рисунок 4 - Зовнішній вигляд опромінювача у вигляді відкритого кінця круглого хвильоводу з дросельним фланцем

Доповнення відкритого кінця хвильоводу дросельним фланцем дозволяє знизити рівень бічних пелюсток та в незначних межах змінювати ширину ДС опромінювача.

У офсетних антен відношення F/d складає 0,5...0,7, а кут опромінювання 2θ - 70...90 градусів. Тому для офсетних антен використовуються опромінювачі з вужчою ДС, у вигляді рупора.

Пристрій вибору поляризації (поляризатор). Супутникові канали розділяються не тільки за частотою, але і за поляризацією, для того щоб максимально ефективно використовувати виділені для супутникового телебачення частотні діапазони. Одна частина супутникових каналів згідно з частотним планом передаються електромагнітними хвилями з горизонтальною поляризацією (H), а інша частина - з вертикальною поляризацією (V). Якщо опромінювач повернути так, щоб приймальний зонд (штир) конвертера розташовувався в площині вертикальної поляризації, він прийматиме тільки сигнали з вертикальною поляризацією та не збуджуватиметься хвилями з горизонтальною поляризацією. Тому сигнали в різних поляризаціях можуть існувати на близьких (і навіть однакових) частотах, не заважаючи один одному. Цей факт дозволяє «двічі» використовувати частотний діапазон, розмістити у ньому удвічі більше супутникових каналів, ніж за використання однієї поляризації. Для кожного бортового ретранслятора в довідковій літературі вказуються частоти каналів та вид поляризації випромінювання кожного каналу.

«Вертикальна» та «горизонтальна» площини поляризації визначаються щодо земної осі та площини екватора і в заданій точці земної поверхні вони різні для кожного супутника (див. рис. 5).

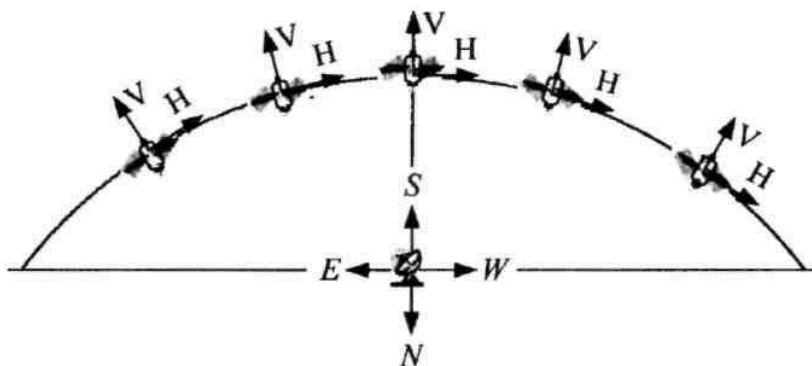


Рисунок 5 - Орієнтація вертикальної (V) й горизонтальної (H) площин поляризації

Щоб приймати сигнали і з однією, і з іншою лінійною поляризацією або з супутників, що розташовані в різних позиціях на геостационарній орбіті, за опромінювачем антени звичайно розташовують пристрій вибору поляризації. Настроювання на необхідний вид поляризації може здійснюватися механічним, електромеханічним або електромагнітним способами, залежно від типу пристрою вибору поляризації (поляризатора).

До складу електромеханічного поляризатора (див. рис. 6) входить обертальний зонд, який приводиться в рух виконавчим механізмом (двигуном), елемент зв'язку з електромагнітним трактом конвертера. Елемент зв'язку сполучений із обертальним зондом за допомогою коаксіально - хвильоводного переходу і є своєрідним збудником електромагнітного поля у хвильоводі конвертера.

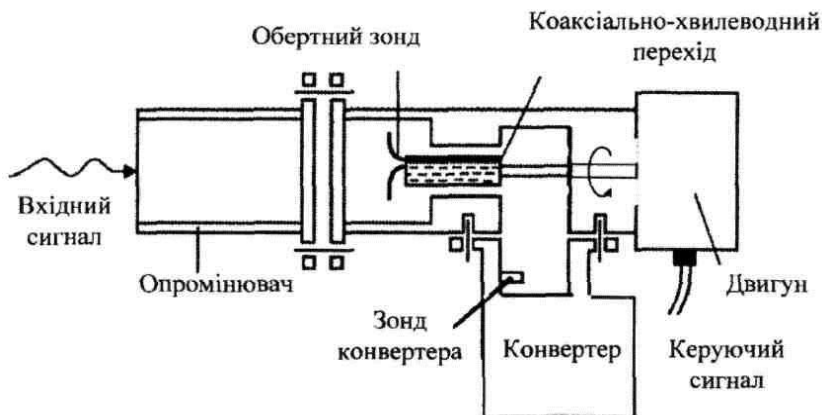


Рисунок 6 - Схема електромеханічного поляризатора

Під впливом керуючого сигналу виконавчий механізм повертає обертальний зонд доти, доки площина розташування обертального зонда не збіжиться з площиною поляризації електромагнітної хвилі. Вданому випадку, на обертальному зонді буде наведено максимальний за рівнем сигнал, який, пройшовши коаксіально-хвильоводним переходом, наведе на елемент зв'язку максимальний за величиною струм. Цей струм збудить електромагнітне поле у хвильоводі конвертера, яке, у свою чергу, наведе сигнал на зонді конвертера.

Принцип дії електромагнітного поляризатора (див. рис. 7) засновано на ефекті Фарадея. Електричний струм, що протікає в

багатошаровою обмоткою, яка розташована на феритовому шкворені, створює поперперздовжнє магнітне поле. За поширення електромагнітної хвилі уздовж намагніченого фериту, площина її поляризації відхиляється на деякий кут. Величина цього кута залежить як від довжини феритового шкворення, так і від величини магнітного поля, пропорційного струму в обмотці. Змінюючи величину струму в обмотці, можна домогтися збігу площини поляризації електромагнітної хвилі на виході поляризатора з необхідною площиною, наприклад, площиною розташування зонда конвертера.

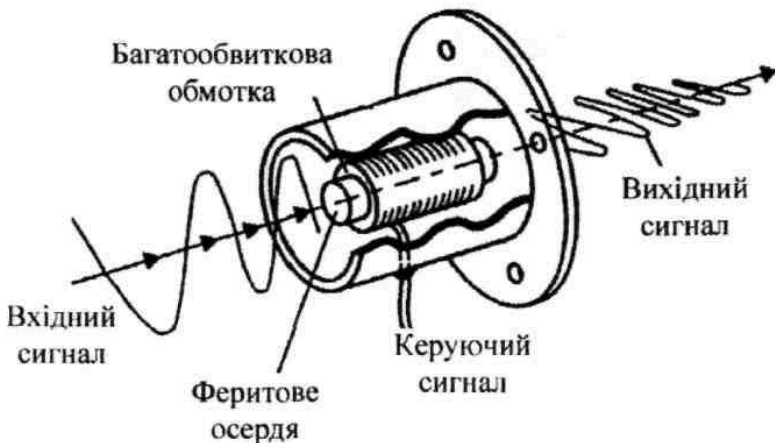


Рисунок 7 - Схема електромагнітного поляризатора

Електромеханічні й електромагнітні пристрої вибору поляризації забезпечують необхідний рівень розв'язки ортогональних компонент поля випромінювання в межах 25...28 дБ. За цього, втрати в поляризаторі складають близько 0,2...0,4 дБ.

Внаслідок того, що радіохвилі, які випромінюються антенами бортових ретрансляторів ШСЗ різних супутникових мовних служб, можуть мати як лінійну поляризацію (вертикальну або горизонтальну), так і кругову (з лівостороннім або правостороннім обертанням), виникає необхідність перетворення кругової поляризації на лінійну.

Для приймання електромагнітних хвиль кругової поляризації перед поляризатором встановлюють деполіаризатор. Деполіаризатор перетворює один вид поляризації поля у хвилеводі круглого перетину на інший. Це - відрізок хвилеводу (див. рис. 8 та 9), в якому є поперздовжні неоднорідності у вигляді діелектричних пластин (матеріал - тефлон або ін.) і металевих шкворенів (Н або V).

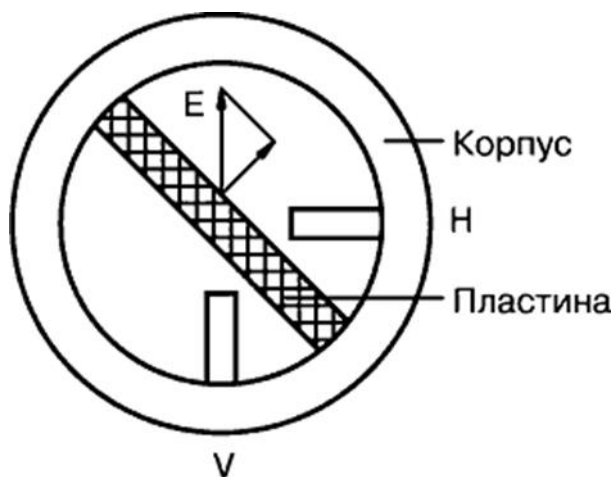


Рисунок 8 - Поперечний перетин деполяризатора

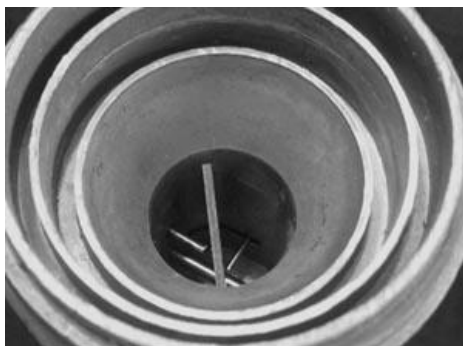


Рисунок 9 - Опрямлювачі зі встановленим деполяризатором

Якщо в такий деполаризатор надходить електромагнітне поле з круговою поляризацією, то воно перетвориться в поле з лінійною поляризацією. Залежно від положення діелектричної пластини та штирів у хвилеводі здійснюється перетворення кругової поляризації у вертикальну або горизонтальну.

Можна обійтися і без деполаризатора, якщо необхідно приймати передачі обох видів: в лінійній поляризації і в круговій. В цьому випадку матиме місце програш 3 дБ за рівнем сигналу з круговою поляризацією, що відповідає збільшенню необхідного діаметра антени в 1,4 раза.

Конвертер - електронний пристрій, який служить для попереднього підсилення та перетворення частоти НВЧ сигналу, що приймається, у сигнал проміжної частоти (950...2150) МГц з метою його передавання з малими втратами по коаксіальному кабелю до тюнера. Назва пристрою «конвертер» походить від англ. *Low Noise Block Converter*, дослівно - малoshумлячий конвертер-моноблок.

Конвертер виконує декілька функцій:

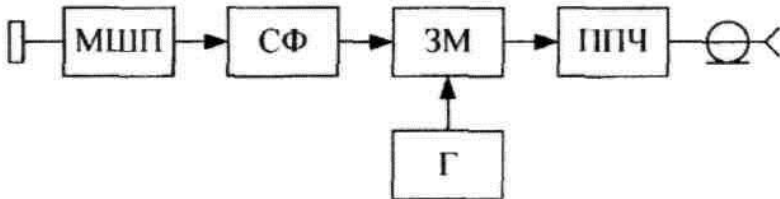
1. Підсилення сигналу, що приймається, для компенсації втрат у кабелі, який поєднує антену з супутниковим приймачем (тюнером).
2. Перетворення частоти сигналу, що приймається (з англ. *to convert* - перетворювати).

У сучасному супутниковому телебаченні використовуються два частотні діапазони: *C-Band* (3400...4200 МГц) та *Ku-Band* (10700...12750 МГц). Конвертер переносить супутниковий сигнал з діапазону *C* або *Ku* до так званого *L-діапазону* (*L-Band*, 950...2150 МГц).

3. Перемикання поляризації.

У сучасних конвертерах встановлюються два приймальних зонди під кутом 90° один до одного: один - для приймання супутникових сигналів з вертикальною поляризацією, інший - з горизонтальною. На змішувач надходить сигнал тільки від одного зі шкворенів. Для перемикання використовується електронний ключ, який керується від ресивера спеціальним сигналом 13/18 В, - зміною напруги живлення конвертера з 13 В (вертикальна поляризація) до 18 В (горизонтальна поляризація). Таким чином, коли користувач в меню пошуку каналів перемикає поляризацію, фізично перемикається напруга живлення конвертера. Отже, до тюнера від конвертера надходить радіочастотний сигнал. Тим же кабелем, у зворотному напрямку надходить сталий струм для живлення конвертера й, крім того, дві команди, що керують: 13/18 В для перемикання поляризації та 22 кГц для перемикання гетеродинів.

Типову структурну схему простого однодіапазонного конвертера зображено на рис. 10. Тут можливі два варіанти розташування смугового фільтра (СФ) по відношенню до малошумного підсилювача (МШП).



МШП - малошумний підсилювач; СФ - смуговий фільтр;
ЗМ - змішувач; ППЧ - підсилювач першої проміжної частоти;
Г-гетеродин

Рисунок 10 - Типова структурна схема простого однодіапазонного конвертера

СФ, розташований за МШП, пропускає сигнали в робочій смузі частот та пригнічує їх за її межами. Особлива увага приділяється вибірковості за дзеркальним каналом, оскільки паразитні сигнали (завади) та шум на частотах дзеркального каналу після перетворення у змішувачі (ЗМ) потрапляють до смуги робочих частот разом з корисним сигналом. СФ розв'язує цю задачу, а також перешкоджає потраплянню сигналу гетеродина до приймальної антени, звідки цей сигнал може випромінюватися у вільний простір і створювати завади іншим радіосистемам.

Якщо СФ встановлено до МШП, то втрати у смузі пропускання фільтра впливають на шумову температуру конвертера в цілому. В цьому випадку, втрати у фільтрі не мусять перевищувати 0,2...0,3 дБ, що можливо за його хвилеводного виконання. СФ, встановлений після МШП, може мати втрати 3 дБ, оскільки в цьому випадку шуми конвертера практично визначатимуться коефіцієнтом шуму МШП. СФ з такими параметрами виконують найчастіше за мікросмужковою технологією.

ЗМ здійснює перенесення спектра телевізійного сигналу з *Ku-Band* діапазону до смуги першої проміжної частоти - 950...1750 МГц. На один із входів ЗМ надходить сигнал з виходу СФ, а на другий - сигнал від гетеродина (Г). У конвертерах використовуються гетеродини на основі діодів Ганна та польових транзисторів з бар'єром Шоттки із застосуванням діелектричних резонаторів.

Підсилювач проміжної частоти (ППЧ) є широкосмуговим підсилювачем дециметрового діапазону, тому в ньому використовують широкосмугові узгоджувальні кола.

В «універсальному» конвертері (див. рис. 11) проводиться перемикання діапазонів, що приймаються. *Ku-Band* діапазон ділиться на два піддіапазони: 10,7...11,7 ГГц й 11,7...12,75 ГГц. Перемикання між піддіапазонами здійснюється вибором гетеродина, частота якого подається на змішувач. Частоти гетеродинів - 9,75 й 10,6 ГГц. Службовий сигнал з частотою 22 кГц, що вибирає необхідний гетеродин, подається кабелем від приймача.

Використання уніфікованого «універсального» конвертера значно спрощує процес налаштування супутникового приймача. Для цього, в екранному меню треба вибрати опцію «універсальний» конвертер, щоб за зміни каналу приймач автоматично формував необхідні керівні сигнали.

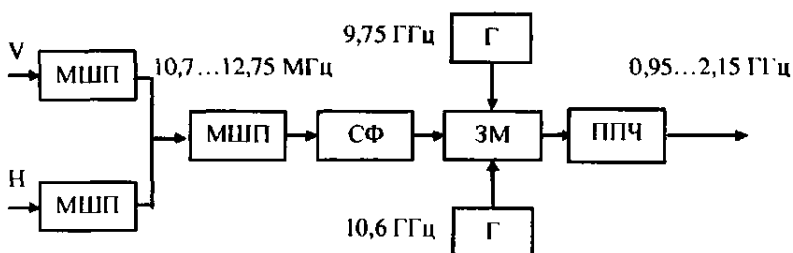


Рисунок 11 - Функціональна схема «універсального» конвертера

Коефіцієнт шуму всього конвертера практично визначається коефіцієнтом шуму першого каскаду. Вплив подальших каскадів на коефіцієнт шуму конвертера незначний, оскільки цей вплив зменшується пропорційно коефіцієнту підсилення попередніх каскадів. Тому власні шуми МШП, перераховані до його входу, мусять бути суттєво менше рівня вхідного сигналу.

На даний час, МШП НВЧ діапазону, у тому числі й для діапазону частот 10...12 ГГц, виконуються на основі арсенід-галієвих польових транзисторів з коефіцієнтом шуму від 0,6 до 1,0 дБ.

2.2.2 Методи вимірювання шумових параметрів модулів НВЧ

Як за розробки нових конвертерів, так й за визискного обслуговування приймальних пристроїв СТВ у цілому, необхідно проводити вимірювання коефіцієнта шуму та коефіцієнта підсилення конвертера, що вимагає знання відповідних методів і способів

вимірювання параметрів модулів НВЧ.

Шумові параметри досліджуваного НВЧ модуля (коефіцієнт шуму $K_{ш}$ й шумова температура $T_{ш}$) вимірюють непрямым шляхом за співвідношенням потужностей шумових сигналів на виході за змінного рівня потужності шумового сигналу на вході.

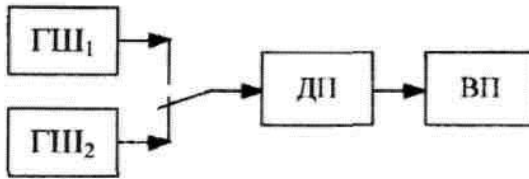
Зв'язок між коефіцієнтом шуму $K_{ш}$ й шумовою температурою $T_{ш}$ визначається наступним співвідношенням:

$$T_{ш}=(K_{ш}-1) \cdot T, \quad (1)$$

де T - абсолютна температура приймального пристрою в градусах Кельвіна; для інженерних розрахунків можна прийняти $T=290$ К.

Найбільш простий та поширений метод двох відліків полягає в почерговому подаванні на вхід досліджуваного НВЧ модуля шумових сигналів з відомими значеннями температури шуму T_1 й T_2 ($T_1 < T_2$) та вимірюванні рівня сигналів на його виході.

Структурну схему установки для вимірювання коефіцієнта шуму модуля НВЧ методом двох відліків зображено на рис. 12.



ГШ₁ і ГШ₂- генератори шуму з шумовими температурами T_1 й T_2 , відповідно;

ДП - досліджуваний пристрій (НВЧ модуль);

ВП - вимірювач потужності.

Рисунок 12 - Структурна схема установки для вимірювання коефіцієнта шуму НВЧ модуля методом двох відліків

За почергового підключення до входу НВЧ модуля генераторів шуму ГШ₁ й ГШ₂, покази вимірювача потужності P_1 й P_2 будуть пропорційними сумах шумових температур

$$\begin{aligned} P_1 &= \xi \cdot (T_1 + T_{ш}), \\ P_2 &= \xi \cdot (T_2 + T_{ш}), \end{aligned} \quad (2)$$

де ξ - коефіцієнт пропорційності.

Розв'язавши спільно ці рівняння, отримаємо:

$$T_{III} = \frac{T_1 - n_p \cdot T_2}{n_p - 1}, \quad (3)$$

де $n_p = \frac{P_1}{P_2}$ - відносна зміна рівня потужності сигналу на виході модуля НВЧ.

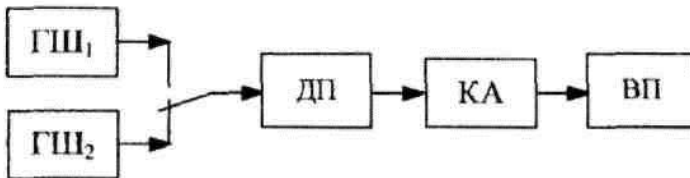
У загальному випадку, виміряні значення T_{III} включають також складову, обумовлену власними шумами вимірювача потужності. Якщо шумова температура вимірювача $T_{ВП}$ відома, то результати вимірювань можна уточнити за допомоги формули:

$$T_{III} = \frac{T_1 - n_p \cdot T_2}{n_p - 1} - \frac{T_{ВП}}{K_p}, \quad (4)$$

де K_p - коефіцієнт підсилення НВЧ модуля за потужністю.

За вимірювань можна користуватися одним генератором шуму, якщо є можливість керувати його потужністю. Наприклад, генератор шуму можна використовувати у вимкненому й увімкненому станах. За цього, значення шумової температури T_2 визначається за паспортними даними на частоті вимірювання, а шумова температура вимкненого стану T_1 дорівнює температурі узгодженого навантаження.

Різновидом методу двох відліків, в якому виключена складові похибки вимірювань, обумовлена нелінійністю ВП, є метод атенюатора (див. рис. 13):



КА - калібрувальний атенюатор

Рисунок 13 - Структурна схема установки для вимірювання коефіцієнта шуму модуля НВЧ методом атенюатора

За подавання сигналу від ГШ₁, фіксуються покази ВП P_1 :

$$P_1 = \xi \cdot \frac{(T_2 + T_{III})}{\alpha_1} + P_0, \quad (5)$$

де α_1 – загасання атенюатора;

P_0 - покази ВП, обумовлені його власними шумами.

За подавання сигналу від ГШ₂, загасання атенюатора α_2 встановлюють таким, за якого покази ВП набувають значення $P_2 = P_1$. Тоді отримуємо:

$$T_{III} = \frac{T_2 - n_\alpha \cdot T_1}{n_\alpha - 1}, \quad (6)$$

де $n_\alpha = \alpha_1 / \alpha_2$.

Метод використовують у двох варіантах залежно від місця увімкнення атенюатора. За увімкнення атенюатора до НВЧ тракту, необхідно враховувати поправку на шуми атенюатора T_{AT} й користуватися наступним виразом

$$T_{III} = \frac{T_2 - n_\alpha \cdot T_1}{n_\alpha - 1} - \frac{T_{AT}}{K_p}, \quad (7)$$

Точність обох методів (двох відліків та атенюатора) залежить від параметрів вимірювальної апаратури.

Основними складовими похибок є:

- похибка за рахунок нелінійності амплітудної характеристики досліджуваного НВЧ модуля та вимірювача потужності (для методу двох відліків);

- похибка градування температури генераторів шуму;

- похибка індикації відношення сигналів;

- похибка за рахунок розузгодження.

2.3 Ключові питання

2.3.1 Питання для допуску до лабораторної роботи:

Поясніть призначення та склад НВЧ модуля приймального пристрою СТМ.

Поясніть призначення опромінювача. Перелічіть основні вимоги, що висувуються до опромінювача.

Поясніть призначення пристрою вибору поляризації (поляризатора).

Назвіть основні способи керування поляризацією.

Поясніть конструкцію та принцип дії електромеханічного поляризатора, його досяжні характеристики (рівень розв'язки ортогональних компонент поля, рівень втрат).

Поясніть конструкцію та принцип дії електромагнітного поляризатора, його досяжні характеристики (рівень розв'язки ортогональних компонент поля, рівень втрат).

Поясніть призначення, конструкцію та принцип дії деполяризатора.

2.3.2 Питання до захисту лабораторної роботи:

Поясніть призначення конвертера. Сформулюйте та поясніть основні

функції конвертера.

Наведіть типову структурну схему простого однодіапазonnого конвертера. Поясніть призначення окремих вузлів і конвертера в цілому.

Наведіть типову структурну схему «універсального» конвертера.

Поясніть призначення окремих вузлів і конвертера в цілому.

Наведіть структурну схему установки для вимірювання коефіцієнта шуму

НВЧ модуля методом двох відліків. Поясніть процедуру вимірювання та визначення шумової температури.

Наведіть структурну схему установки для вимірювання коефіцієнта шуму НВЧ модуля методом атенюатора. Поясніть процедуру вимірювання та визначення шумової температури.

2.3.3 Питання підвищеної складності*:

Виведіть формулу для обчислення коефіцієнта шуму багатокаскадного пристрою.

Виведіть формулу для обчислення шумової температури багатокаскадного пристрою.

Виведіть формулу (3).

Виведіть формулу (4).

* Обгрунтована відповідь на будь-яке питання підвищеної складності зараховується як виконання та захист лабораторної роботи з максимальним балом.

2.4 Домашнє завдання

Вивчити теоретичні положення (ключові положення), використовуючи методичні вказівки, конспект лекцій й рекомендовану літературу.

Підготувати відповіді на ключові питання (питання для допуску та захисту лабораторної роботи).

Підготувати макет звіту (зразок титульного аркуша звіту наведено у Додатку Б).

Вивчити алгоритм та особливості програми (див. Додаток В).

Розв'язати задачу (результат розв'язання задачі відноситься до вихідних даних для виконання лабораторної роботи).

Задача. За результатами вимірювань шумових параметрів модуля НВЧ методом двох відліків, відомі шумові температури T_1 й T_2 генераторів шуму ГШ₁ й ГШ₂, а також покази вимірювача потужності P_1 й P_2 за підключення відповідних генераторів шуму. Результати вимірювань наведено в таблиці А.1 (див. Додаток А).

Методичні рекомендації до розв'язання задачі. Використовуючи формули (3) й (1), необхідно визначити шумову температуру $T_{ш}$ та коефіцієнт шуму $K_{ш}$ НВЧ модуля. Значення коефіцієнта шуму $K_{ш}$ необхідно визначити також в дБ згідно з формулою:

$$K_{ш}, \text{ дБ} = 10 \cdot \lg K_{ш}.$$

2.5 Лабораторне завдання

Увімкнути комп'ютер, дочекатися завантаження операційної системи та запустити програму "SATTV".

Порівняти результати розрахунків домашнього завдання з результатами, отриманими програмою "SATTV". Для цього необхідно ввести в програмі вихідні дані свого варіанта.

Змінюючи значення коефіцієнта шуму конвертера за незмінних інших складових, подивитись на тестовому екрані як змінюватиметься якість телевізійного сигналу, що приймається з певного супутника.

Проаналізувати отримані результати та зробити висновки.

3 ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Омелянюк І.В. Цифрове ефірне телебачення. Практика, нові напрямки розвитку цифрового ефірного телебачення та створення цифрових ефірних телемереж. Посібник для фахівців телебачення. – К.: ЗАО «ТЕЛЕРАДІОКУР'ЄР», 2009. – 192 с., іл.
2. Гризків З.Д. Прикладні телевізійні системи: навчальний посібник. – Львів, 2003. – 250 с., іл.
3. Основи теорії сигналів: Підручник / За ред. Б. А. Мандзія. – Львів: Видавничий дім «Ініціатива», 2008. – 240 с.
4. В. П. Бабак, О. Г. Корченко. Інформаційна безпека та сучасні мережеві технології. – К. : НАУ, 2003. – 670 с.
5. Recommendation ITU-R. P.1546-1. Method for point-to-area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 3000 MHz. (2001-2003).

ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – Вихідні дані

<i>n</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P_1 , мВт	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
P_2 , мВт	2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9
<i>m</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
T_1 , К	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
T_2 , К	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190

n - остання цифра номера залікової книжки;

m - передостання цифра номера залікової книжки.