



УКРАЇНА

(19) UA (11) 34876 (13) U  
(51) МПК (2006)  
G01R 29/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) НАДВИСОКОЧАСТОТНИЙ ІНТЕРФЕРОМЕТР

1

2

(21) u200803897

(22) 28.03.2008

(24) 26.08.2008

(46) 26.08.2008, Бюл.№ 16, 2008 р.

(72) СКРИПНИК ЮРІЙ ОЛЕКСІЙОВИЧ, UA, ВАГАНОВ ОЛЕКСІЙ АНАТОЛІЙОВИЧ, UA

(73) КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ, UA

(57) 1. Надвисокочастотний інтерферометр, що містить НВЧ-підсилювач, НВЧ-гетеродин, з'єднані з входами НВЧ-змішувача, до виходу якого підключені послідовно з'єднані підсилювач проміжної частоти, квадратичний детектор, вибіркового підсилювач низької частоти, синхронний детектор, фільтр нижніх частот і вольтметр, та генератор низької частоти, з'єднаний з керуючим входом синхронного детектора, який відрізняється тим, що в нього додатково введені дві антени, широко-смуговий комутатор полярності, НВЧ-суматор, дві екрановані двопровідні і одна екранована одно-провідна лінії передачі, при цьому остання з'єднує вхід НВЧ-підсилювача з виходом НВЧ-суматора, один вхід якого через екрановану двопровідну лінію передачі з'єднаний з виходом першої антени,

інший вихід якої з'єднаний з загальним заземленим входом НВЧ-суматора, другий вхід якого з'єднаний з виходом широко-смугового комутатора полярності, входи якого через другу екрановану двопровідну лінію передачі з'єднані з виходами другої антени, а його керуючий вхід з'єднаний з виходом генератора низької частоти.

2. НВЧ-інтерферометр за п. 1, який відрізняється тим, що як антену використовують петлеву НВЧ-антену з рівномірним розподілом струмів по довжині ізольованої петлі і двопровідним виходом.

3. НВЧ-інтерферометр за пп. 1, 2, який відрізняється тим, що широко-смуговий комутатор полярності містить два автоматичних НВЧ-перемикачів, входи яких утворюють входи широко-смугового комутатора полярності, протилежні виходи автоматичних НВЧ-перемикачів з'єднані між собою, один з виходів з'єднаний із загальним заземленим входом НВЧ-суматора, а другий утворює несиметричний вихід широко-смугового комутатора полярності, керуючі входи автоматичних НВЧ-перемикачів запаралелені і утворюють керуючий вхід широко-смугового комутатора полярності.

Корисна модель відноситься до радіовимірювальної техніки і може бути використана для вимірювання характеристик електромагнітних полів і випромінювань техногенного і біологічного походження, переважно шумового характеру.

Для виявлення і ідентифікації джерел слабого електромагнітного випромінювання від технічних або біологічних об'єктів часто необхідно виключити вплив сторонніх випромінюючих об'єктів і структур. Це можна здійснити, якщо прийом електромагнітного випромінювання проводити двома рознесеними антенами, направленими на досліджувані об'єкти випромінювання. При шумовому характері випромінювання сигнали, що приймаються антенами, від одного джерела значною мірою корельовані, що дозволяє виділити їх на фоні некорельованих шумів і завад. У ряді випадків необхідно оцінити статистичний зв'язок між електромагнітними полями двох незалежних джерел випромінювання. У обох випадках в діапазоні над-

високих частот (НВЧ) використовують інтерферометри з двома приймальними антенами, рознесеними на певну відстань.

Відомий НВЧ-інтерферометр (див. Радиотелескопы и радиометры. Есепкина Н.А., Корольков Д.В., Парийский Ю.Н. - М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1973, стр.314-317), що містить дві антени, два змішувачі, перемножувач, смуговий фільтр, детектор, фільтр нижніх частот і два гетеродини, що з'єднані з другими входами змішувачів. Проте, в двоканалному НВЧ-інтерферометрі через нестабільність гетеродинів виникають флуктуації частоти вихідного сигналу. В результаті цього вимірюваний вихідний струм виявляється модульованим частотою, що випадково змінюється, що призводить до зниження точності і необхідності збільшення часу вимірювання.

Відомий надвисокочастотний інтерферометр (див. Скрипник Ю.О., Манойлов В.П., Яненко О.П.

(13) U

(11) 34876

(19) UA

Модуляційні радіометричні пристрої та системи НВЧ-діапазону. Навчальний посібник - Житомир, ЖІТІ, 2001, стор.14-15), що містить дві антени, два НВЧ-підсилювачі, два змішувачі з одним загальним гетеродином, два підсилювачі проміжної частоти і перемножувач, до виходу якого через фільтр нижніх частот підключений вольтметр.

Наявність одного загального гетеродина виключає флуктуації частоти вихідного сигналу. Проте через паразитний електричний зв'язок каналів НВЧ-інтерферометра через загальний гетеродин власні шуми каналів стають корельованими і викликають зсув нуля перемножувачів, що спотворює результати вимірювань.

Відомий також надвисокочастотний інтерферометр (див. Головки Д.Б., Скрипник Ю.О., Яненко О.П. Надвисокочастотні методи та засоби вимірювання фізичних величин. Навчальний посібник - К.: Либідь, 2003, стор.82-85), що містить НВЧ-підсилювач, НВЧ-гетеродин, з'єднані з входами НВЧ-змішувача, до виходу якого підключені послідовно з'єднані підсилювач проміжної частоти, квадратичний детектор, вибіркового підсилювач низької частоти, синхронний детектор, фільтр нижніх частот і вольтметр, та генератор низької частоти, з'єднаний з керуючим входом синхронного детектора. Крім того, НВЧ-інтерферометр містить подвійний хвилеводний трійник, одинарний хвилеводний трійник, два НВЧ-ключі та парафазний генератор низької частоти, до виходів якого підключені керуючі входи НВЧ-ключів.

Завдяки одноканальній структурі НВЧ-інтерферометра виключений вплив від неідентичності характеристик перетворюючих ланок каналів на результат вимірювання кореляційних характеристик НВЧ-сигналів. Також усунуто вплив паразитних міжканальних зв'язків. Проте вузький частотний діапазон і недостатня розв'язка між входами подвійного хвилеводного трійника обмежує ширину спектру перетворюваних шумових сигналів, що негативно позначається на чутливості і точності НВЧ-інтерферометра.

В основу корисної моделі покладена задача створити такий НВЧ-інтерферометр, в якому шляхом введення нових елементів і зв'язків забезпечилось би підвищення чутливості і точності вимірювання потужності корельованих електромагнітних випромінювань, які приймаються рознесеними антенами, що забезпечить надійне виявлення джерела радіовипромінювання на фоні завад або достовірну оцінку статистичного зв'язку між двома шумовими джерелами випромінювання.

Поставлена задача вирішується тим, що в НВЧ-інтерферометр, що містить НВЧ-підсилювач, НВЧ-гетеродин, з'єднані з входами НВЧ-змішувача, до виходу якого підключені послідовно з'єднані підсилювач проміжної частоти, квадратичний детектор, вибіркового підсилювач низької частоти, синхронний детектор, фільтр нижніх частот і вольтметр, та генератор низької частоти, з'єднаний з керуючим входом синхронного детектора, згідно з корисною моделлю, в нього введені дві антени, ширококутовий комутатор полярності, НВЧ-суматор, дві екрановані двопровідні і одна екранована однопровідна лінії передачі, при цьому

остання з'єднує вхід НВЧ-підсилювача з виходом НВЧ-суматора, один вхід якого через екрановану двопровідну лінію передачі з'єднаний з виходом першої антени, інший вхід якої з'єднаний з загальним заземленим входом НВЧ-суматора, другий вхід якого з'єднаний з виходом ширококутового комутатора полярності, входи якого через другу екрановану двопровідну лінію передачі з'єднані з виходами другої антени, а його керуючий вхід з'єднаний з виходом генератора низької частоти.

Доцільно, щоб як антену було використано петлеву НВЧ-антену з рівномірним розподілом струмів по довжині ізолюваної петлі і двопровідним виходом.

Доцільно, щоб ширококутовий комутатор полярності містив в собі два автоматичних НВЧ-перемикача, входи яких утворюють симетричні входи ширококутового комутатора полярності, протилежні виходи автоматичних НВЧ-перемикачів з'єднані між собою, один з виходів з'єднаний із загальним заземленим входом НВЧ-суматора, а другий утворює несиметричний вхід ширококутового комутатора полярності, керуючі входи автоматичних НВЧ-перемикачів запаралелені і утворюють керуючий вхід ширококутового комутатора полярності.

Введення в схему НВЧ-інтерферометра ширококутового комутатора полярності, НВЧ-суматора, двох антен, двох екранованих двопровідних та однієї екранованої однопровідної лінії передачі, з'єднаних зазначеним чином, забезпечує періодичну зміну полярності всіх компонентів спектру шумового сигналу, що приймається однією із антен в діапазоні частот, формування пакетів сумарних і різницевих НВЧ-сигналів з когерентних складових спектрів обох приймаємих сигналів, подальше почергове підсилення пакетів сумарних і різницевих сигналів одним НВЧ-підсилювачем і зниження їх частоти до значення проміжної частоти за допомогою одного змішувача з гетеродином. За допомогою квадратичного детектора виділяють низькочастотну огибаючу пакетної напруги, яку підсилюють вибіркового підсилювачем низької частоти, випрямляють синхронним детектором і згладжують фільтром нижніх частот, що забезпечує отримання напруги, пропорційної потужності тільки корельованих шумів, що приймаються антенами. Виключення впливу як зовнішніх, так і власних шумів та завад інтерферометра на результат вимірювання забезпечує надійне виявлення джерела радіовипромінювання на фоні завад або встановлення глибини статистичного зв'язку між двома джерелами шумового випромінювання.

Використання як антени петлевої НВЧ-антени з рівномірним розподілом струмів по довжині ізолюваної петлі і двопровідним виходом дозволяє змінювати полярність приймаємого НВЧ-сигналу, що забезпечує виключення власних шумів НВЧ-перетворювачів та антен.

Виконання НВЧ-інтерферометра з двома автоматичними НВЧ-перемикачами дає можливість періодично змінювати полярність шумових сигналів на вході НВЧ-суматора, що забезпечує виділення інформаційного шумового сигналу на фоні власних шумів пристрою.

На кресленні представлена функціональна схема НВЧ-інтерферометра.

Антенна 1 через екрановану двопровідну лінію передачі 2 з'єднана з входом НВЧ-суматора 3, а антенна 4 через екрановану двопровідну лінію передачі 5 - з широкосмуговим комутатором полярності 6, який підключено до іншого входу НВЧ-суматора 3. Вихід НВЧ-суматора 3 через екрановану однопровідну лінію передачі 7 з'єднаний через НВЧ-підсилювач 8 з одним входом НВЧ-змішувача 9, другий вхід якого з'єднаний з виходом НВЧ-гетеродина 10. До виходу НВЧ-змішувача 9 підключені послідовно з'єднані підсилювач 11 проміжної частоти, квадратичний детектор 12, вибіркового підсилювач 13 низької частоти, синхронний детектор 14, фільтр 15 нижніх частот і вольтметр 16. Вихід генератора 17 низької частоти з'єднаний з керуючими входами широкосмугового комутатора полярності 6 і синхронного детектора 14. Широкосмуговий комутатор полярності 6 включає автоматичні НВЧ-перемикачі 18 і 19, входи яких утворюють двопровідний вхід широкосмугового комутатора полярності 6, протилежні виходи НВЧ-перемикачів 18 і 19 з'єднані між собою, один з виходів заземлений, а другий утворює несиметричний вихід широкосмугового комутатора полярності 6, керуючі входи НВЧ-перемикачів 18 і 19 запаралелені і утворюють керуючий вхід широкосмугового комутатора полярності 6. Позицією 20 позначений випромінюючий об'єкт.

НВЧ-інтерферометр працює таким чином.

Антеннами 1 і 4, що виконані у вигляді ізольованих провідних петель, приймаються НВЧ-сигнали, які є аддитивною сумішшю корельованих і некорельованих шумів. З урахуванням власних шумів антен 1 і 4 аддитивну суму шумів антени 1 можна представити як алгебраїчну суму комплексних напруженостей компонентів електромагнітного поля:

$$\dot{E}_1 = \dot{E}_{H1} + \dot{E}_{K1} + \dot{E}_{Ш1}, \quad (1)$$

де  $\dot{E}_1$  - комплексна напруженість поля некорельованих шумів;

$\dot{E}_{K1}$  - комплексна напруженість поля корельованих шумів;

$\dot{E}_{Ш1}$  - комплексна напруженість поля власних шумів антени 1. Алгебраїчна сума комплексних напруженостей компонентів електромагнітного поля антени 4:

$$\dot{E}_2 = \dot{E}_{H2} + \dot{E}_{K2} + \dot{E}_{Ш2}, \quad (2)$$

де  $\dot{E}_2$  - комплексна напруженість поля некорельованих шумів;

$\dot{E}_{K2}$  - комплексна напруженість поля корельованих шумів;

$\dot{E}_{Ш2}$  - комплексна напруженість поля власних шумів антени 4.

НВЧ-сигнал з напруженістю  $\dot{E}_2$  по екранованій двопровідній лінії передачі 5 поступає на широкосмуговий комутатор полярності 6, який керується напругою генератора 17 низької частоти. При одній полярності керуючої низькочастотної напруги автоматичні НВЧ-перемикачі 18 і 19 знаходяться у верхньому положенні і при цьому заземляється нижній кінець антени 4. При другій полярності низькочастотної напруги автоматичні НВЧ-перемикачі 18 і 19 переходять в нижнє положення. В цьому випадку заземляється верхній кінець антени 4. Оскільки антени 1 і 4 є петлевими антенами з рівномірним розподілом струмів по ізольованій провідній петлі, то по чергове заземлення кінців антени 4 означає періодичну зміну полярності всіх компонентів спектру шумового сигналу. Тому комплексна напруженість вихідного сигналу широкосмугового комутатора полярності 6 змінюється від значення

$$\dot{E}_2' = \dot{E}_{H2} + \dot{E}_{K2} + \dot{E}_{Ш2} \quad (3)$$

$$\dot{E}_2'' = -\dot{E}_{H2} - \dot{E}_{K2} - \dot{E}_{Ш2} \quad (4)$$

Модульований за полярністю НВЧ-сигнал (3), (4) потрапляє на один вхід НВЧ-суматора 3, на другий вхід якого потрапляє немодульований НВЧ-сигнал з комплексною напруженістю (1) і незмінною полярністю. Останнє обумовлене тим, що тільки один з кінців антени 1 заземлений постійно. В результаті додавання двох НВЧ-сигналів в НВЧ-суматорі 3 на його виході формується результуючий НВЧ-сигнал, пропорційний сумі складових комплексних напруженостей в один напівперіод роботи широкосмугового комутатора полярності 6:

$$\dot{E}_3' = K_1 \cdot (\dot{E}_1 + \dot{E}_2') = K_1 \cdot (\dot{E}_{H1} + \dot{E}_{K1} + \dot{E}_{Ш1} + \dot{E}_{H2} + \dot{E}_{K2} + \dot{E}_{Ш2} + \dot{E}_T), \quad (5)$$

де  $K_1$  - коефіцієнт передачі НВЧ-суматора 3;

$\dot{E}_T$  - комплексна напруженість поля власних шумів і перешкод

одноканального тракту, приведених до входів НВЧ-суматора 3. У подальший напівперіод роботи широкосмугового комутатора полярності 6 маємо:

$$\dot{E}_3'' = K_1 \cdot (\dot{E}_1 - \dot{E}_2' + \dot{E}_T) = K_1 \cdot (\dot{E}_{H1} + \dot{E}_{K1} + \dot{E}_{Ш1} - \dot{E}_{H2} - \dot{E}_{K2} - \dot{E}_{Ш2} + \dot{E}_T). \quad (6)$$

Пакети НВЧ-сигналів (5) і (6) по чергове з низькою частотою по екранованій однопровідній лінії передачі 7 потрапляють на НВЧ-підсилювач 8, де підсилюються. Пакети підсилених НВЧ-коливань (5) і (6) змішуються в НВЧ-змішувачі 9 із НВЧ-коливаннями НВЧ-гетеродина 10, який генерує монохроматичний НВЧ-сигнал. В результаті змішування утворюються комбінаційні складові сумарних і різницевої частот змішуваних сигналів. Підсилювачем 11 проміжної частоти підсилюються спектральні складові шумових сигналів різницевої частоти, що потрапляють в смугу його пропускання. В результаті гетеродинного перетворення частоти пакетів шумових НВЧ-сигналів утворюються пакети напруг проміжної частоти, середні квадратичні значення яких пропорційні комплексним напруженостям (5) і (6).

Пакети шумових напруг проміжної частоти піддаються квадратичному детектуванню квадратичним детектором 12. З урахуванням цих перетворень пакети шумових напруг можна представити у вигляді усереднених квадратів сигналів:

$$U_4' = K_2^2 S_1^2 K_3^2 \left( \dot{E}_3' \right)^2 \dot{E}_5^2 \quad (7)$$

$$U_4'' = K_2^2 S_1^2 K_3^2 \left( \dot{E}_3'' \right)^2 \dot{E}_5^2 \quad (8)$$

де  $K_2$  - коефіцієнт підсилення НВЧ-підсилювача 8;

$S_1$  - крутизна перетворення НВЧ-змішувача 9 з НВЧ-гетеродином 10;

$K_3$  - коефіцієнт підсилення підсилювача 11 проміжної частоти;

$\dot{E}_5$  - напруженість сигналу НВЧ-гетеродина 10;

«---» - символ усереднення в часі.

При квадратичному перетворенні комплексних

напруженостей  $\dot{E}_3'$  і  $\dot{E}_3''$ , які є алгебраїчною сумою комплексних напруженостей компонентів шумових полів (1) і (2), слід врахувати наступне. При піднесенні до квадрату суми членів утворюються з одного боку квадрати кожного з членів суми, з іншого боку - добуток цих членів. Середні значення добутоків некорельованих шумів, як відомо, дорівнюють нулю. Оскільки шуми антен 1 і 4 між собою не корельовані, то

$$\dot{E}_{ш1} \cdot \dot{E}_{ш2} = 0 \quad (9)$$

Некорельовані один з одним шуми  $\dot{E}_{н1}$  і  $\dot{E}_{н2}$  також при перемножуванні і усередненні дають нуль, тобто

$$\dot{E}_{н1} \cdot \dot{E}_{н2} = 0 \quad (10)$$

Аналогічним чином маємо:

$$\left\{ \begin{array}{l} \dot{E}_{н1} \cdot \dot{E}_{к1} = 0, \\ \dot{E}_{н1} \cdot \dot{E}_{ш1} = 0, \\ \dot{E}_{н1} \cdot \dot{E}_{к2} = 0, \\ \dots \dots \dots \\ \dot{E}_{н1} \cdot \dot{E}_{п} = 0. \end{array} \right. \quad (11)$$

Усереднений добуток, відмінний від нуля, дають тільки корельовані шуми вигляду:

$$\dot{E}_{к1} \cdot \dot{E}_{к2} > 0 \quad \text{або} \quad \dot{E}_{к1} \cdot \dot{E}_{к2} < 0 \quad (12)$$

При цьому значення добутку (12) визначається глибиною статистичного зв'язку цих процесів, тобто коефіцієнтом взаємної кореляції. Виходячи з цих міркувань, вихідна напруга квадратичного детектора 12 буде являти собою послідовність відеоімпульсів з результируючими амплітудами:

$$U_4' = S_2^2 K_2^2 K_3^2 S_1^2 \cdot (\dot{E}_{н1}^2 + \dot{E}_{н2}^2 + \dot{E}_{к1}^2 + \dot{E}_{к2}^2 + \dot{E}_{ш1}^2 + \dot{E}_{ш2}^2 + \dot{E}_T^2 + 2\rho \cdot \dot{E}_{к1} \cdot \dot{E}_{к2}) \cdot \dot{E}_5^2, \quad (13)$$

$$U_4'' = S_2^2 K_2^2 K_3^2 S_1^2 \cdot (\dot{E}_{н1}^2 + \dot{E}_{н2}^2 + \dot{E}_{к1}^2 + \dot{E}_{к2}^2 + \dot{E}_{ш1}^2 + \dot{E}_{ш2}^2 + \dot{E}_T^2 - 2\rho \cdot \dot{E}_{к1} \cdot \dot{E}_{к2}) \cdot \dot{E}_5^2, \quad (14)$$

де  $S_2$  - крутизна перетворення квадратичного детектора 12;

$\rho$  - коефіцієнт взаємної кореляції корельованих шумів, що приймаються антенами 1 і 4.

У виразах (13) і (14) середні квадрати напруженостей електромагнітного поля  $\epsilon$ , по суті, потужностями відповідних шумових процесів, а добутки напруженостей корельованих шумів - кореляційним моментом залежних випадкових процесів.

Амплітуда напруги  $U_4'$  більше амплітуди напруги  $U_4''$ . Тому вихідна

напруга квадратичного детектора 12 є послідовністю відеоімпульсів, що модулюються по амплітуді з частотою перемикавання широкосмуговим комутатором полярності 6 НВЧ-сигнала антени 4. Вибірковим підсилювачем 13 низької частоти виділяється і підсилюється напруга низькочастотної огибаючої. Враховуючи, що огибаюча має прямокутну форму, низькочастотну напругу можна представити у вигляді

$$U_5 = K_4 \cdot \frac{U_4' - U_4''}{2} \cdot \text{signsin} 2\pi Ft + U_6(t), \quad (15)$$

де  $K_4$  - коефіцієнт усереднення напруги квадратичного детектора 12;

$F$  - частота генератора 17 низької частоти;

$U_6(t)$  - напруга низькочастотних шумів квадратичного детектора 12.

Вибірковим підсилювачем 13 низької частоти, налагодженим на частоту перемикаць  $F$  широкосмугового комутатора полярності 6, з шумів і прямокутної напруги (15) виділяється перша гармоніка змінної напруги, яка і підсилюється

$$U_7 = K_4 K_5 \cdot \frac{U_4' - U_4''}{2} \cdot \sin 2\pi Ft, \quad (16)$$

де  $K_5$  - коефіцієнт підсилення вибіркового підсилювача 13 низької частоти. Підсилена напруга випрямляється синхронним детектором 14 і згладжується фільтром 15 нижніх частот. Напруга, вимірювана вольтметром 16

$$U_8 = 2S_1^2 S_2 S_3 K_1^2 K_2^2 K_3^2 K_4 K_5 K_6 \cdot \rho \dot{E}_{к1} \dot{E}_{к2}, \quad (17)$$

де  $S_3$  - крутизна перетворення синхронного детектора 14;

$K_6$  - коефіцієнт передачі фільтру 15 нижніх частот.

При введенні узагальненої крутизни одноканального перетворення сигналів результат вимірювання представимо так

$$U_8 = S_0 \cdot \rho \dot{E}_{к1} \dot{E}_{к2}, \quad (18)$$

де  $S_0 = 2S_1^2 S_2 S_3 K_1^2 K_2^2 K_3^2 K_4 K_5 K_6$  - узагальнена крутизна одноканального перетворення сигналів.

Для визначення тісноти статистичного зв'язку між шумами різних ділянок спектрів НВЧ-сигналів, що приймаються, перебудовують частоту НВЧ-гетеродина 10. У смузі пропускання підсилювача

11 проміжної частоти потрапляють нові ділянки спектру шумів і виявляється їх кореляційний зв'язок. Результати частотного аналізу кореляційного зв'язку прийнятих НВЧ-сигналів можна представити у вигляді

$$U_9 = S_0 \cdot \rho(\omega) E_{K1} E_{K2} \quad (19)$$

Тут  $\rho(\omega)$  - коефіцієнт взаємної кореляції на частотах спектру, що виділяються гетеродином 10:

$$\Delta\omega_c = \omega_T + (\omega_{П1} \pm \Delta\omega_{П1}) \quad (20)$$

де  $\omega_T$  - частота НВЧ-гетеродина 10;

$\omega_{П1}$  і  $\Delta\omega_{П1}$  - частота і смуга пропускання підсилювача 11 проміжної частоти.

Якщо антени 1 і 4 розташовані рівновіддалено відносно випромінюючого об'єкту 20, то можна вважати

$$E_{K1} = E_{K2} = E_K \quad (21)$$

З урахуванням (21) вирази (18) і (19) приймають вигляд:

$$U_8 = S_0 \cdot \rho \cdot E_K^2 S_0 \cdot \rho \cdot P_K \quad (22)$$

$$U_8 = S_0 \cdot \rho(\omega) E_{K2}^2 S_0 \cdot \rho(\omega) \cdot P_K \quad (23)$$

де  $P_K = E_K^2$  - повна потужність прийнятих корельованих шумів (при  $\rho=1$ ).

Таким чином, за результатами вимірювань (22) і (23) можна оцінювати потужність випроміню-

вання електромагнітної енергії різних об'єктів на фоні інтенсивних шумів і завад. Якщо антени приймають випромінювання від двох джерел, то згідно (18) і (19) можна оцінити тісноту статистичних процесів, що синхронізуються одним впливаючим чинником. Нарешті, можливість частотного аналізу кореляційних зв'язків дозволяє ідентифікувати джерела з різними видами шумів (теплові, дробові, контактні і т.п.).

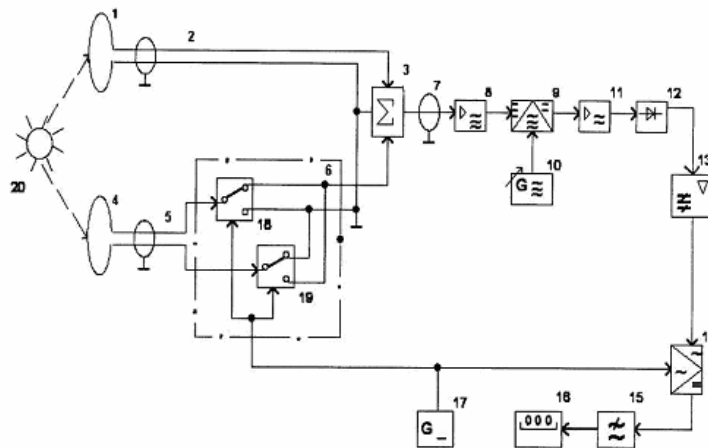
Використання запропонованого НВЧ-інтерферометра в радіовимірвальній техніці дозволяє:

- істотно підвищити чутливість до когерентних випромінювань за рахунок розширення смуги частот шумових сигналів, поляриність яких в широкому діапазоні частот змінюється періодично комутатором на НВЧ-перемикачах;

- знизити похибки вимірювання потужності когерентних сигналів за рахунок одноканальності перетворення двох шумових сигналів одними і тими ж масштабними та функціональними ланками;

- розширити частотний діапазон інтерференційних вимірювань шляхом використання широкосмугових елементів і ланок, а також одноканального гетеродинного перетворення частот двох НВЧ-сигналів;

- у біологічних об'єктах оцінювати інтенсивність і взаємозв'язок клітинних іонних струмів в різних біологічно активних зонах, які значною мірою корельовані за рахунок ритміки живих організмів на фоні переважаючих теплових шумів, що генеруються різними тканинами і органами.



Фіг.