



УКРАЇНА

(19) UA (11) 21034 (13) U
(51) МПК (2006)
G01R 29/08

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) НУЛЬОВИЙ РАДІОМЕТРИЧНИЙ ПРИСТРІЙ

1

2

(21) u200610133

(22) 22.09.2006

(24) 15.02.2007

(46) 15.02.2007, Бюл. № 2, 2007 р.

(72) Пік Володимир Миколайович, Ткаченко Віктор Васильович, Глушеченко Едуард Миколайович, Чміль Володимир Мусійович, Май Володимир Іванович, Май Олександр Володимирович

(73) ВІДКРИТЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО "НАУКОВО-ВИРОБНИЧЕ ПІДПРИЄМСТВО "СА-ТУРН"

(57) 1. Нульовий радіометричний пристрій, що містить антену, з'єднану з першим входом комутатора, послідовно сполученого з першим змішувачем, першим підсилювачем проміжної частоти, першим детектором, першим синхронним детектором та індикатором, перший генератор шуму, вихід якого пов'язаний з другим входом комутатора, генератор частоти модуляції, перший вихід якого сполучений з керувальним входом комутатора, а другий вихід - з опорним входом першого синхронного детектора, а також гетеродин, зв'язаний з першим входом другого змішувача, який **відрізняється** тим, що пристрій містить також Y-циркулятор, атенюатор, другий генератор шуму, другий підсилювач проміжної частоти, другий детектор, другий синхронний детектор, перший та другий фільтри низької частоти, а також аналого-цифровий перетворювач, з'єднаний з індикатором, причому антена сполучена з комутато-

ром через Y-циркулятор, перший синхронний детектор підключений до індикатора послідовно через перший фільтр низької частоти, сполучений з першим входом аналого-цифрового перетворювача, другий генератор шуму підключений до третього входу комутатора через атенюатор, другий вихід Y-циркулятора пов'язаний зі входом другого змішувача, вихід якого послідовно сполучений з другим підсилювачем проміжної частоти, другим детектором, другим синхронним детектором, другим фільтром низької частоти, вихід якого з'єднаний з другим входом аналого-цифрового перетворювача, вихід аналого-цифрового перетворювача пов'язаний з керувальними входами генератора частоти модуляції, першого і другого синхронних детекторів, гетеродин підключений до другого входу першого змішувача, перший вихід генератора частоти модуляції сполучений також з опорним входом другого синхронного детектора, а другий його вихід підключений до керувального входу атенюатора.

2. Нульовий радіометричний пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що він також містить перший та другий підсилювачі низької частоти, причому перший детектор сполучений з першим синхронним детектором через перший підсилювач низької частоти, а другий детектор сполучений з другим синхронним детектором через другий підсилювач низької частоти.

Корисна модель відноситься до пасивної радіолокації, а саме до техніки вимірювання радіояскравісних температур теплового випромінювання і може бути використана при дослідженні атмосфери, земної та водної поверхонь.

Відомий нульовий модуляційний радіометр [1], виконаний за схемою одноканального комутаційного перетворення, який включає антену, еквівалент антени (генератор еквівалентного

шуму антени), комутатор, приймач, який має в своєму складі НВЧ підсилювач, НВЧ змішувач, підсилювач проміжної частоти, квадратичний детектор, підсилювач низької частоти, синхронний детектор, генератор опорної частоти, вихід якого сполучений з керувальним входом синхронного детектора і комутатора, а інший вхід синхронного детектора сполучений з генератором еталонного шуму.

(13) U

(11) 21034

(19) UA

Недоліком відомого нульового модуляційного радіометра є низька точність вимірювання радіояскравісної температури, зважаючи на частотну залежність коефіцієнта пропускання хвилевідного тракту, що приводить до виникнення сигналу помилки на виході радіометра.

Відомий також нульовий радіометричний пристрій [2] для вимірювання фізичної температури досліджуваних об'єктів за допомогою радіотеплолокації, що містить антену, з'єднану з першим входом комутатора, послідовно сполученого з першим змішувачем, першим підсилювачем проміжної частоти, першим детектором, першим синхронним детектором та індикатором, перший генератор шуму, вихід якого пов'язаний з другим входом комутатора, генератор частоти модуляції, перший вихід якого сполучений з керувальним входом комутатора, а другий вихід з опорним входом першого синхронного детектора, а також гетеродин зв'язаний з першим входом другого змішувача. Для підвищення чутливості радіометричного пристрою при постійній смузі пропускання підсилювача проміжної частоти в пристрій введені послідовно сполучені гетеродин і другий змішувач, другий вхід якого сполучений з виходом гетеродина, а також зважуючий фільтр, вихід якого сполучений з другим входом першого змішувача. При цьому частота f гетеродина визначається за умови

$$f \geq 2\Delta F_{\text{плч}},$$

де $\Delta F_{\text{плч}}$ - смуга пропускання підсилювача проміжної частоти.

До недоліку відомої конструкції нульового радіометричного пристрою, вибраного за прототип, слід віднести низьку чутливість, оскільки під час калібрування радіометра вимірювання радіояскравісної температури не проводиться.

Задачею, що поставлена в основу даного винаходу, є підвищення точності і чутливості радіометра при постійній смузі пропускання підсилювача проміжної частоти та безперервному його калібруванні.

Рішення поставленої задачі досягається тим, що в нульовому радіометричному пристрої, що містить антену, з'єднану з першим входом комутатора, послідовно сполученого з першим змішувачем, першим підсилювачем проміжної частоти, першим детектором, першим синхронним детектором та індикатором, перший генератор шуму, вихід якого пов'язаний з другим входом комутатора, генератор частоти модуляції, перший вихід якого сполучений з керувальним входом комутатора, а другий вихід - з опорним входом першого синхронного детектора, а також гетеродин, зв'язаний з першим входом другого змішувача, згідно даному технічному рішенню пристрій містить також Y-циркулятор, атенюатор, другий генератор шуму, другий підсилювач проміжної частоти, другий детектор, другий синхронний детектор, перший та другий фільтри низької частоти, а також аналого-цифровий перетворювач, з'єднаний з індикатором, причому антена сполучена з комутатором через Y-циркулятор, перший синхронний детектор підключений до індикатора послідовно через перший фільтр низької частоти, сполуче-

ний з першим входом аналого-цифрового перетворювача, другий генератор шуму підключений до третього входу комутатора через атенюатор, другий вихід Y-циркулятора пов'язаний з входом другого змішувача, вихід якого послідовно сполучений з другим підсилювачем проміжної частоти, другим детектором, другим синхронним детектором, другим фільтром низької частоти, вихід якого з'єднаний з другим входом аналого-цифрового перетворювача, вихід аналого-цифрового перетворювача пов'язаний з керувальними входами генератора частоти модуляції, першого і другого синхронних детекторів, гетеродина підключений до другого входу першого змішувача, перший вихід генератора частоти модуляції сполучений також з опорним входом другого синхронного детектора, а другий його вихід підключений до керувального входу атенюатора.

Рішення поставленої задачі досягається також і тим, що пристрій також містить перший та другий підсилювачі низької частоти, причому перший детектор сполучений з першим синхронним детектором через перший підсилювач низької частоти, а другий детектор сполучений з другим синхронним детектором через другий підсилювач низької частоти.

Технічним результатом, що досягається за рахунок введення відмітних ознак, є нечутливість пристрою до теплового шуму, що дозволяє підвищити точність і чутливість радіометра за рахунок його безперервного калібрування без втрати часу на вимірювання. З'єднання першого детектора з першим синхронним детектором через перший підсилювач низької частоти, а другого детектора з другим синхронним детектором через другий підсилювач низької частоти дозволяє поліпшити компенсацію температурних і інших нестабільностей радіометра. Тому ці ознаки віднесені до категорії додаткових.

Структурна електрична схема пропонованого технічного рішення представлена на кресленні (Фіг.1), а на діаграмі (Фіг.2) амплітудно-частотна характеристика пристрою.

Нульовий радіометричний пристрій виконаний по схемі двоканального комутаційного перетворення і складається з послідовно сполучених антени 1, Y-циркулятора 2, комутатора 3, першого змішувача 4, першого підсилювача 5 проміжної частоти, першого детектора 6, першого підсилювача 7 низької частоти, першого синхронного детектора 8, першого фільтра 9 низької частоти, аналого-цифрового перетворювача 10 і індикатора 11. Пристрій включає також перший генератор шуму 12, вихід якого сполучений з другим входом комутатора 3, другий генератор шуму 13, сполучений з першим входом атенюатора 14, вихід якого пов'язаний з третім входом комутатора 3, генератор 15 частоти модуляції, перший вихід якого сполучений з керувальним входом комутатора 3, а другий вихід пов'язаний з опорним входом першого синхронного детектора 8 і другим входом атенюатора 14. Другий вихід Y-циркулятора 2 сполучений послідовно з другим змішувачем 16, другим підсилювачем 17 проміжної частоти, другим детектором 18, другим підсилювачем 19 низької частоти, другим синхронним

детектором 20, другим фільтром 21 низької частоти, вихід якого сполучений з другим входом аналого-цифрового перетворювача 10. Пристрій включає також гетеродин 22, вихід якого сполучений з другими входами першого змішувача 4 і другого змішувача 16. Перший вихід генератора 15 частоти модуляції зв'язаний з опорним входом другого синхронного детектора 20. Вихід аналого-цифрового перетворювача 10 пов'язаний також з керувальними входами генератора 15 частоти модуляції, першого 8 і другого 20 синхронних детекторів.

Нульовий радіометричний пристрій працює таким чином.

Теплове радіовипромінювання від об'єкту поступає на антену 1 і далі на перший і другий канали радіометра. Комутатор 3, керований генератором частоти модуляції 15, безперервно підключає перший 12 і другий 13 генераторів шуму до входів першого 4 і другого 16 змішувача. На змішувачі також подається сигнал гетеродина 22. На змішувачах сигнали перетворюються і посилюються першим 5 і другим 17 підсилювачами проміжної частоти.

Внутрішнє калібрування першого і другого каналів радіометра здійснюється шляхом накладення на вимірюваний сигнал шумових калібрувальних сигналів від першого 12 і другого 13 генераторів шуму, які комутатор 3, керований генератором частоти модуляції 15, по черзі підключає відповідно до першого 4 і другого 16 змішувачів. Приймачі супергетеродинного типу, які мають в своєму складі НВЧ змішувач, гетеродин, підсилювач проміжної частоти і детектор, виконують функції перетворення і посилення інформаційного сигналу. Комутатор 3 виконаний по балансній схемі на основі свого Y-циркулятора. Для запобігання втратам інформації (вимірюваного сигналу) передбачений режим постійно діючого калібрування, на виході другого синхронного детектора 18. Аналогові сигнали з виходів першого 8 і другого 20 синхронних детекторів через аналого-цифрового перетворювач (АЦП) 10, який є невід'ємною частиною індикатора 11, поступають на його перший і другий входи і обробляються. Для забезпечення обробки результатів вимірювань в реальному масштабі часу на індикатор 11 через АЦП 10 поступає службовий сигнал напругою 0-5 вольт, який несе інформацію про стан радіометра і режими роботи. В результаті, залежно від завдання досліджень (земний покрив, водна поверхня, атмосфера) встановлюється рівень його загасання (рівень опорного сигналу Тх), а в якості Т₀ використовується власне випромінювання р-і-п атенюатора в закритому стані.

Опорний сигнал Тх забезпечується транзисторним генератором шуму з низьким значенням шумової температури вихідного сигналу, званим у зарубіжних джерелах «colfet» [3]. Генератор шуму є каскад з вихідним польовим транзистором

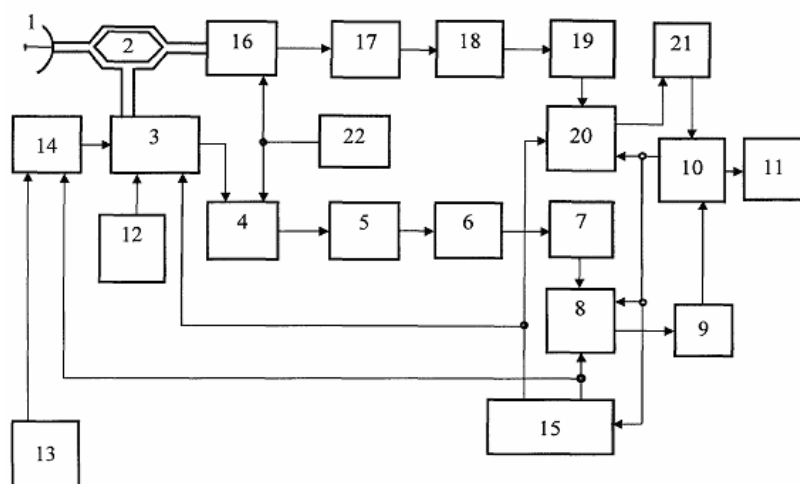
з бар'єром Шоттки (ПТШ), виходом якого є затворний ланцюг транзистора. Генеруючий цим пристроєм шум за своєю природою є тепловим. Внаслідок цього його потужність стабільна, а спектр рівномірний в широкій смузі частот.

Як видно з діаграми (Фіг.2) розбиття загального діапазону частот (пунктирна лінія 1), що приймаються, на два піддіапазони (2) і (3) зменшує частотну залежність коефіцієнта пропускання хвильоводного тракту і, тим самим, підвищує точність вимірювань.

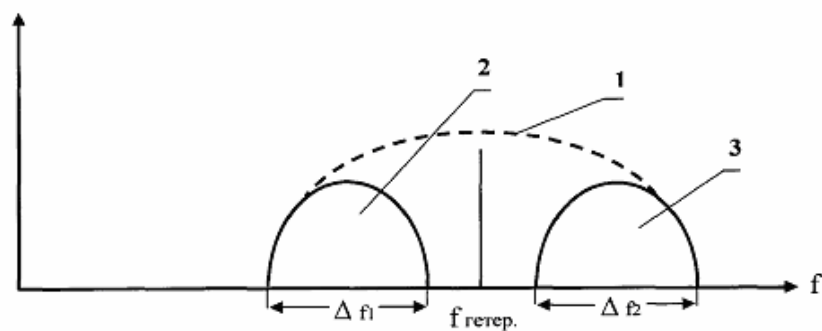
Таким чином, сукупність та послідовність наданих умов здійснення вимірювальних операцій радіоєскравісної температури та введення додаткових елементів і нових зв'язків у нульовому модуляційному пристрої, що заявляється, забезпечує досягнення можливості вимірювання слабких сигналів на рівні 10^{-14} Вт з підвищеною чутливістю на 40% та підвищеною на 30% точністю по зрівнянню з відомим рівнем техніки.

Перелік літератури, прийнятої до уваги при підготовці заявки:

1. «Радиотелескопы и радиометры», Есенкин НА, Корольков Д.В., Парийский Ю.Н., М., «Наука», 1973, с.257-258.
2. АС СРСР №1146610, кл. G01R29/08, публ. 23.03.85р. (прототип).
3. Frater R., Williams D., «Active «Gold» gourse of noise», IEEE Tans, 1981, V. MTT-29, №4, p.344.
4. АС СРСР №1686389, кл. G01R29/08, публ. 23.10.91р.
5. Деклараційний патент України на корисну модель №9354, кл. G01R29/08, публ. 15.09.2005р.
6. Заявка на патент Російської Федерації на винахід №2003115658, кл. G01R29/08, публ. 20.11.2004р.
7. Патент Російської Федерації на винахід №2235340, кл. G01R29/08, публ. 27.08.2004р.
8. Патент Російської Федерації на винахід №2220426, кл. G01R29/08, публ. 27.12.2003р.
9. Патент Російської Федерації на винахід №2211455, кл. G01R29/08, публ. 27.08.2003р.
10. Патент Російської Федерації на винахід №2187824, кл. G01R29/08, публ. 20.08.2002р.
11. Патент Російської Федерації на винахід №2168733, кл. G01R29/08, публ. 10.06.2001р.
12. Патент Російської Федерації на винахід №2124213, кл. G01R29/08, публ. 27.12.1998р.
13. Патент Російської Федерації на винахід №2093845, кл. G01R29/08, публ. 20.10.1997р.
14. Патент Російської Федерації на винахід №2091805, кл. G01R29/08, публ. 27.09.1997р.
15. Патент Російської Федерації на винахід №2073875, кл. G01R29/08, публ. 20.02.1997р.
16. Патент Російської Федерації на винахід №2022286, кл. G 01 R 29/08, публ. 10.10.1994р.
17. «Радиотеплокация», А.Г. Николаев; С.В.Перцов; Военное издательство Министерства Обороны СССР, Москва, 1970г.



Фиг. 1



Фиг. 2