



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **108899** (13) **C2**
(51) МПК
G01S 13/95 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

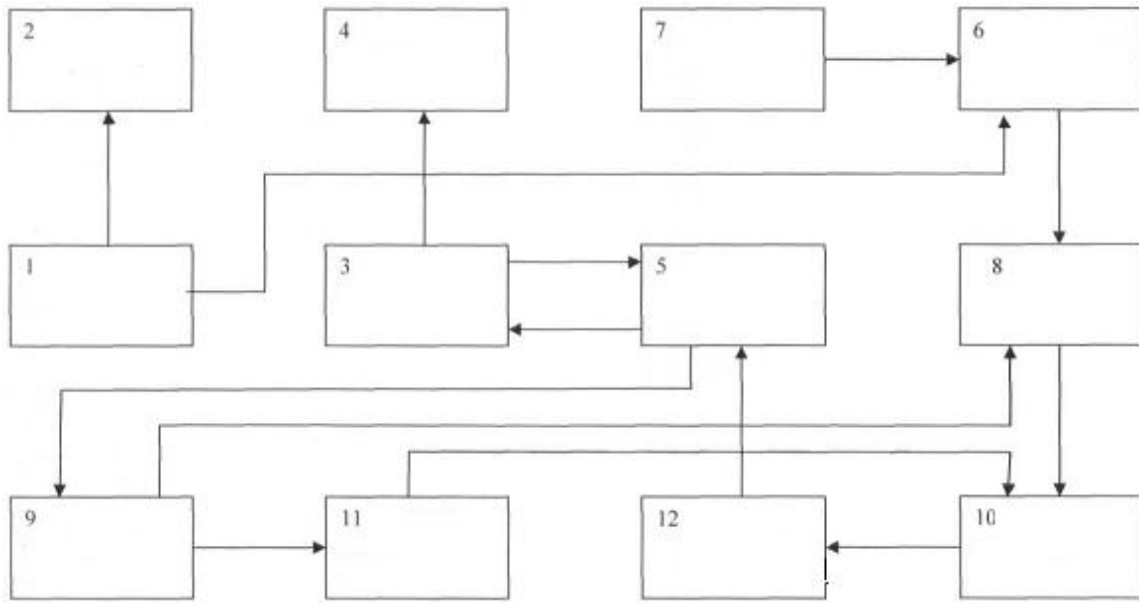
<p>(21) Номер заявки: а 2013 04840</p> <p>(22) Дата подання заявки: 16.04.2013</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 25.06.2015</p> <p>(41) Публікація відомостей про заяву: 27.10.2014, Бюл.№ 20</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.06.2015, Бюл.№ 12</p>	<p>(72) Винахідник(и): Карташов Володимир Михайлович (UA), Бабкін Станіслав Іванович (UA), Куля Дмитро Миколайович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНИКИ, пр. Леніна, 14, м. Харків, 61166 (UA)</p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 97612 C2, 27.02.2012 UA 89342 C2, 11.01.2010 UA 89344 C2, 11.01.2010 RU 2196345 C2, 10.01.2003 SU 1670641 A1, 15.08.1991 US 5122805, Jun.16, 1992 US 4222265, Sep.16, 1980</p>
--	---

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОЇ РЕЄСТРАЦІЇ ВЕРТИКАЛЬНОГО ПРОФІЛЮ ТЕМПЕРАТУРИ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

(57) Реферат:

Винахід належить до радіолокаційної метеорології, а саме до радіоакустичних пристроїв вимірювання параметрів атмосфери. Пристрій для дистанційної реєстрації вертикального профілю температури атмосферного повітря містить радіопередавач, вихід якого з'єднаний зі входом антени радіопередавача, передавач акустичний, перший вихід якого з'єднаний зі входом антени акустичної, а другий - з першим входом персонального комп'ютера, вхід передавача акустичного з'єднаний з першим виходом персонального комп'ютера, радіоприймач, вхід якого з'єднаний з виходом антени радіоприймача, а вихід радіоприймача з'єднаний з першим входом корелятора, другий вхід корелятора з'єднаний з першим виходом генератора опорних сигналів. Вихід корелятора з'єднаний з першим входом пристрою віднімання, другий вхід якого з'єднаний з виходом генератора сигналів корекції. Вихід пристрою віднімання з'єднаний зі входом компаратора, вихід компаратора з'єднаний з другим входом комп'ютера персонального. Другий вихід комп'ютера персонального з'єднаний зі входом генератора опорних сигналів. Другий вихід генератора опорних сигналів з'єднаний зі входом генератора сигналів корекції. Другий вихід радіопередавача додатково з'єднаний з другим входом радіоприймача. Винахід дозволяє підвищити точності реєстрації профілю температури за рахунок стабілізації проміжної частоти супергетеродинного радіоприймача шляхом забезпечення когерентності частоти гетеродину радіоприймача вихідній частоті радіопередавача.

UA 108899 C2



φιγ.

Винахід належить до радіолокаційної метеорології, а саме до радіоакустичних пристроїв вимірювання параметрів атмосфери, і може бути використаний при проведенні проектних робіт і на будівництві об'єктів вітроенергетики, при складанні короткострокових прогнозів погоди, при метеорологічному забезпеченні екологічного моніторингу атмосфери та безпеки зльоту і посадки літальних апаратів різного призначення, при складанні радіокліматичних карт, досліджень з фізики атмосфери і таке інше.

Відомий пристрій для дистанційної реєстрації вертикального профілю температури атмосферного повітря (Бабкин С.И. О точности измерения скорости звука в атмосфере доплеровским радиолокатором //Радиотехника. Респ. меж. вед. научн.-техн. сб. - Харьков. - Изд. ХГУ. - 1979. - С. 67-72.) містить генератор опорний, передавач, приймач, фільтр слідкуючий, вимірювач частоти, реєстратор та генератор звуковий.

Недоліком такого пристрою є низька точність реєстрації вертикального профілю температури атмосферного повітря через наявність систематичної похибки визначення температури повітря у тих точках траси, де не виконується умова Брегга (через природне існування вертикального градієнта температури у атмосфері), яка має вигляд $\lambda_e - 2\lambda_a = q$, де λ_a - довжина хвилі акустичного імпульсу, а λ_e - довжина хвилі електромагнітного коливання (Каллистратова М.А., Кон А.И. Радиоакустическое зондирование атмосферы. - М.: Наука, 1985. - С. 11).

Найближчим за технічною суттю до заявленого є пристрій, який реалізує спосіб радіоакустичного зондування атмосфери для реєстрації вертикального профілю температури (Карташов В.М., Бабкін С.І., Пашенко С.В., Куля Д.М. Спосіб радіоакустичного зондування атмосфери для реєстрації вертикального профілю температури. Патент України № 97612. МПК G01S/13/95. Опубл. 27.02.2012. Бюл. № 4).

Недоліком цього пристрою є недостатня точність вимірювання температури повітря через невідповідність вихідних сигналів радіоприймача функції розсіювання, розрахованої для заданих видів коливань, які використовують для радіоакустичного зондування.

Як відомо, наприклад (Проектирование радиоприемных устройств. Под ред. А.П. Сиверса. - М.: Советское радио, 1976. - С. 304), проміжну частоту супергетеродинного радіоприймача з високою чутливістю та вузькою смугою пропускання, що є широкоживим у системах радіоакустичного зондування, наприклад (Оценка погрешности двух методик радиоакустического температурного зондирования атмосферы. Сообщ. 1. Разработка эксперимента/ Бабкин С.И., Куценко В.И., Максимова Н.Г. и др. Радиотехника. Респ. меж-вед. н.-техн. сборник. Харьков, Высшая школа. Вып. № 82, 1987. - С. 78-83.), можна розрахувати за допомогою виразу

$$f_{np} = f_r - f_c, \quad (1)$$

де f_{np} - проміжна частота радіоприймача, f_r - частота гетеродина, f_c - частота прийнятого сигналу.

Відносна нестабільність розрахованого значення проміжної частоти Δf_{np} залежить від відносної нестабільності частоти гетеродина Δf_r та відносної нестабільності частоти прийнятого радіосигналу Δf_c .

$$\Delta f_{np} \approx 2\sqrt{(\Delta f_r)^2 + (\Delta f_c)^2} \quad (2)$$

(Проектирование радиоприемных устройств. Под ред. А.П. Сиверса. - М.: Советское радио, 1976. - С. 11). Відносна нестабільність частоти останнього в системах РАЗ визначається відносною нестабільністю кварцового резонатора опорного генератора радіопередавача та складає 10^{-6} (Шитиков Г.Т., Цыганков П.Я., Орлов О.М. Высокостабильные кварцевые генераторы/ Под ред. Шитикова Г.Т. - М.: Советское радио, 1971. - 376 с.). Відносна нестабільність частоти гетеродина радіоприймача, некогерентного з частотою радіопередавача, складає $\Delta f_r = 3 \cdot 10^{-4}$ (Проектирование радиоприемных устройств. Под ред. А.П. Сиверса. - М.: Советское радио, 1976. - С. 11). Тому значення проміжної частоти може змінюватись у межах

$$\Delta f_{np} \approx 2\Delta f_c, \quad (3)$$

оскільки $\Delta f_c \ll \Delta f_r$.

Якщо робоча частота системи РАЗ складає десь біля $3 \cdot 10^9$ Гц, як наприклад, у системі РАЗ сантиметрового діапазону радіочастот (Оценка погрешности двух методик радиоакустического температурного зондирования атмосферы. Сообщ. 1. Разработка эксперимента/ Бабкин С.И., Куценко В.И., Максимова Н.Г. и др. Радиотехника. Респ. межвед. н.-техн. сборник. Харьков, Высшая школа. Вып. № 82, 1987. С. 78-83), то при $\Delta f_r = 3 \cdot 10^{-4}$ (Проектирование радиоприемных

устройств. Под ред. А.П. Сиверса. - М: Советское радио, 1976. - С. 11) смуга частот, у яких може змінюватись проміжна частота, складатиме приблизно $10^9 \times 2 \cdot 3 \cdot 10^{-4} \approx 10^6$ Гц. Це означає, що проміжна частота може знаходитись на різних ділянках смуги пропущення підсилювача проміжної частоти, які мають різний коефіцієнт підсилення, або ж може зовсім виходити за межі смуги пропущення даного підсилювача. У результаті з'являється невідповідність вихідних сигналів радіоприймача тій функції розсіювання, яка розрахована для заданих видів коливань, що використовують для радіоакустичного зондування. У такому разі компаратор може помилково зафіксувати максимальний сигнал з виходу корелятора, що призведе до виникнення похибки визначення q , та, відповідно, до похибки вимірювання температури.

Для запобігання виникненню похибки такого роду виключають вплив нестабільності проміжної частоти на амплітуди вихідних сигналів радіоприймача, формуючи вихідний сигнал його гетеродину з коливань опорного генератора радіопередавача з високою стабільністю частоти.

Таким чином, при радіоакустичному зондуванні атмосфери може бути досягнутою підвищена точність реєстрації вертикального профілю температури повітря шляхом зниження впливу нестабільності проміжної частоти на амплітуду вихідного сигналу радіоприймача, що підвищить точність відтворення функції розсіювання, яка відповідає заданим параметрам сигналів радіоакустичного зондування.

Задачею винаходу є забезпечення підвищення точності реєстрації профілю температури шляхом забезпечення когерентності частоти гетеродину радіоприймача вихідній частоті радіопередавача.

Згідно з винаходом це досягається за рахунок того, що у пристрої для дистанційної реєстрації вертикального профілю атмосферного повітря, який містить радіопередавач, вихід якого з'єднаний зі входом антени радіопередавача, передавач акустичний, перший вихід якого з'єднаний з входом антени акустичної, а другий - з першим входом персонального комп'ютера, вхід передавача акустичного з'єднаний з першим виходом персонального комп'ютера, радіоприймач, вхід якого з'єднаний з виходом антени радіоприймача, а вихід радіоприймача з'єднаний з першим входом корелятора, другий вхід корелятора з'єднаний з першим виходом генератора опорних сигналів, а вихід корелятора з'єднаний з першим входом пристрою віднімання, другий вхід якого з'єднаний з виходом генератора сигналів корекції, а вихід пристрою віднімання з'єднаний зі входом компаратора, вихід компаратора з'єднаний з другим входом комп'ютера персонального, другий вихід комп'ютера персонального з'єднаний зі входом генератора опорних сигналів, а другий вихід генератора опорних сигналів з'єднаний зі входом генератора сигналів корекції, згідно винаходу, другий вихід радіопередавача додатково з'єднаний з другим входом радіоприймача.

На кресленні подана структурна схема пропонованого пристрою.

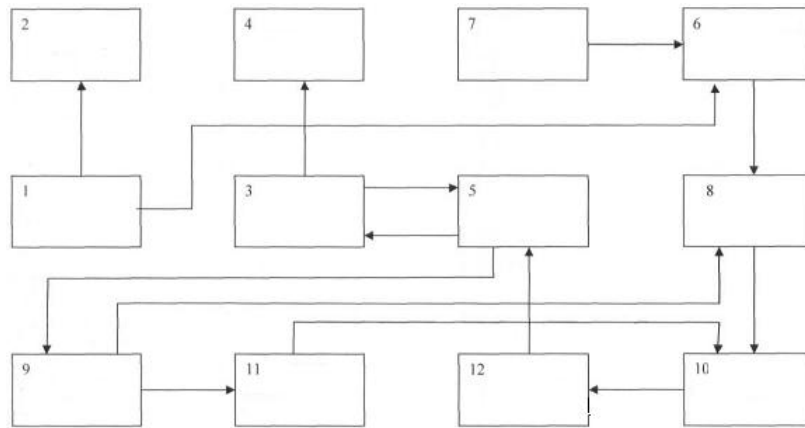
Пристрій для дистанційної реєстрації вертикального профілю температури атмосферного повітря містить радіопередавач 1, перший вихід якого з'єднаний зі входом антени радіопередавача 2, передавач акустичний 3, перший вихід якого з'єднаний зі входом антени акустичної 4, а другий - з першим входом комп'ютера персонального 5, вхід передавача акустичного 3 з'єднаний з першим виходом комп'ютера персонального 5, радіоприймач 6, перший вхід якого з'єднаний з виходом антени радіоприймача 7, другий вхід якого з'єднаний з другим виходом радіопередавача 1, а вихід радіоприймача 6 з'єднаний з першим входом корелятора 8, другий вхід корелятора 8 з'єднаний з першим виходом генератора опорних сигналів 9, а вихід корелятора 8 з'єднаний з першим входом пристрою віднімання 10, другий вхід якого з'єднаний з виходом генератора сигналів корекції 11, а вихід пристрою віднімання 10 з'єднаний зі входом компаратора 12, вихід компаратора 12 з'єднаний з другим входом комп'ютера персонального 5, другий вихід комп'ютера персонального 5 з'єднаний зі входом генератора опорних сигналів 9, а другий вихід генератора опорних сигналів 9 з'єднаний зі входом генератора сигналів корекції 11.

Робота пристрою. Перед зондуванням у комп'ютер персональний 5, програма роботи якого має п'ять підпрограм: підпрограму зондування, підпрограму формування акустичного імпульсу, підпрограму розрахунку функції розсіювання, підпрограму визначення q і кількість його градацій N , а також підпрограму розрахунку температури на заданій висоті зондування, вводяться дані: про дату та час зондування, довжину електромагнітної хвилі системи радіоакустичного зондування, тривалість та період повторення акустичного імпульсу, кількість рівнів вимірювання температури на трасі зондування M та значення приземних температури та вологості повітря. Радіопередавач 1 формує вихідні неперервні коливання високої частоти з високою стабільністю та заданої потужності, які подаються на вхід антени радіопередавача 2, де перетворюються у

електромагнітні коливання та випромінюються вертикально угору. За командою "Пуск" комп'ютер персональний 5 за допомогою звукової карти генерує акустичний імпульс заданої тривалості та заданим періодом повторення, який подається на вхід передавача акустичного 3, у якому звукові коливання підсилюються до заданої потужності і з виходу якого подаються до входу антени акустичної 4, за допомогою якої електричні коливання звукової частоти перетворюються у потужні акустичні коливання, які випромінюються у напрямку зондування атмосфери. Розсіяні від акустичного імпульсу електромагнітні коливання антеною радіоприймача 7 перетворюються у електричні коливання, поступають на вхід радіоприймача 6. На другий вхід радіоприймача 6 подається частка потужності радіопередавача 1, що дозволяє сформуванню стабільну проміжну частоту радіоприймача 6, яка когерентна вихідним коливанням радіопередавача 1. Таким чином досягається зниження впливу нестабільності проміжної частоти на амплітуду вихідного сигналу радіоприймача, що підвищить точність відтворення функції розсіювання, яка відповідає заданим параметрам сигналів радіоакустичного зондування. Коливання проміжної частоти радіоприймача 6 підсилюються та подаються на корелятор 8, у якому сигнали з виходу радіоприймача 6 послідовно перемножуються з $1, 2, \dots, N$ коливаннями генератора опорних сигналів 9, які генеруються останнім по командам комп'ютера персонального 5 згідно до функції розсіювання для можливих значень параметра розстроювання умови Брегга q для конкретної метеорологічної ситуації на кожному рівні реєстрації температури. Одночасно $1, 2, \dots, N$ коливань генератора опорних сигналів 9 подаються на генератор сигналів корекції 11, який формує $1_1, 2_1, \dots, N_1$ вихідних сигналів згідно з функцією $E(q) = \int F^2(r, q) dr$. Вихідні $1_1, 2_1, \dots, N_1$ сигнали генератора сигналів корекції 11 подаються на вхід пристрою віднімання 10, у якому вони віднімаються з вихідних сигналів корелятора 8. Вихідні сигнали $1_2, 2_2, \dots, N_2$ пристрою віднімання 10 подаються на компаратор 12, де провадиться порівняння цих сигналів поміж собою для кожного рівня траси зондування. Компаратор 12 обирає максимальний сигнал з $1_2, 2_2, \dots, N_2$ для кожного рівня траси зондування та подає на другий вхід комп'ютера персонального 5 імпульс, за яким комп'ютер персональний 5 визначає номер сигналу генератора опорних сигналів 9 зі списку $1, 2, \dots, N$, сигнал якого при перемноженні з вихідним сигналом радіоприймача 6, який у цьому випадку точно співпадає з розрахованою функцією розсіювання для заданих сигналів радіоакустичного зондування (електромагнітного та акустичного), видає на виході пристрою віднімання 10 максимальний сигнал, i , відповідно, значення параметра розстроювання умови Брегга q . Комп'ютер персональний 5 по значеннях параметра розстроювання умови Брегга q для кожного з M рівнів траси зондування та технічних параметрів системи радіоакустичного зондування розраховує значення температури повітря для кожної точки вертикального профілю температури. По закінченню розрахунків температури повітря для всіх точок вертикального профілю температури атмосферного повітря комп'ютер персональний 5 генерує команду "Стоп" для системи радіоакустичного зондування і видає одиничний вертикальний профіль температури на монітор або на інший засіб відтворення метеорологічної інформації.

40 ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Пристрій для дистанційної реєстрації вертикального профілю температури атмосферного повітря, який містить радіопередавач, вихід якого з'єднаний зі входом антени радіопередавача, передавач акустичний, перший вихід якого з'єднаний зі входом антени акустичної, а другий - з першим входом комп'ютера персонального, вхід передавача акустичного з'єднаний з першим виходом комп'ютера персонального, радіоприймач, вхід якого з'єднаний з виходом антени радіоприймача, а вихід радіоприймача з'єднаний з першим входом корелятора, другий вхід корелятора з'єднаний з першим виходом генератора опорних сигналів, а вихід корелятора з'єднаний з першим входом пристрою віднімання, другий вхід якого з'єднаний з виходом генератора сигналів корекції, а вихід пристрою віднімання з'єднаний зі входом компаратора, вихід компаратора з'єднаний з другим входом комп'ютера персонального, другий вихід комп'ютера персонального з'єднаний зі входом генератора опорних сигналів, а другий вихід генератора опорних сигналів з'єднаний зі входом генератора сигналів корекції, який **відрізняється** тим, що другий вихід радіопередавача з'єднаний з другим входом радіоприймача.



фiг.

Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601