



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **110858** (13) **C2**  
(51) МПК  
**G01S 13/95** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**

<p>(21) Номер заявки: <b>а 2014 03901</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>14.04.2014</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: <b>25.02.2016</b></p> <p>(41) Публікація відомостей про заяву: <b>10.06.2015, Бюл.№ 11</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.02.2016, Бюл.№ 4</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Бабкін Станіслав Іванович (UA), Карташов Володимир Михайлович (UA), Кушнір Маргарита Володимирівна (UA), Толстих Єлизавета Геннадіївна (UA)</b></p> <p>(73) Власник(и): <b>ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ, пр. Леніна, 14, м. Харків, 61166 (UA)</b></p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 97612 C2, 27.02.2012 UA 86555 C2, 27.04.2009 UA 105441 C2, 25.11.2013 SU 832509 A1, 23.05.1981 US 4761650 A, 02.08.1988 US 5122805 A, 16.06.1992 US 4222265 A, 16.06.1980 US 4084158 A, 11.04.1978</p>
---	--

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

**(57) Реферат:**

1. Об'єкт винаходу. Пристрій для дистанційної реєстрації вертикального профілю температури атмосферного повітря.

2. Галузь застосування. 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, дослідженнях з фізики атмосфери і таке інше.

3. Суть винаходу. 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, 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 персонального комп'ютера, другий вихід персонального комп'ютера з'єднаний зі входом генератора опорних сигналів, а другий вихід генератора опорних сигналів з'єднаний зі входом генератора сигналів корекції, третій вихід радіопередавача додатково з'єднаний з другим входом генератора опорних сигналів.

UA 110858 C2

4. Технічний результат. Підвищення точності реєстрації профілю температури атмосферного повітря за рахунок забезпечення когерентності частоти генератора опорної частоти радіопередавача та генератора опорних сигналів, необхідних для кореляційного оброблення прийнятих радіосигналів.

1 н.п.ф., 2 іл.



Фіг.

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 (С.И. Бабкин. О точности измерения скорости звука в атмосфере доплеровским радиолокатором // Радиотехника. Респ. межвед. 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 градієнту температури у атмосфері), яка має вигляд  $\lambda_e - 2\lambda_a = q$ , де  $\lambda_a$  - довжина хвилі акустичного імпульсу, а  $\lambda_e$  - довжина хвилі електромагнітного коливання (Каллистратова М.А., Кон А.И. Радиоакустическое зондирование атмосферы. - М.: Наука, 1985. - С. 11).

Найближчим за технічною сутністю до заявленого є пристрій, який реалізує спосіб радіоакустичного зондування (РАЗ) атмосфери для реєстрації вертикального профілю температури (Карташов В.М., Бабкін С.І., Пащенко 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). Пристрій містить радіопередавач 1, 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 персонального комп'ютера 5, вхід передавача акустичного 3 з'єднаний з першим виходом персонального комп'ютера 5, радіоприймач 6, вхід якого з'єднаний з виходом антени радіоприймача 7, 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.

Недоліком цього пристрою є недостатня точність вимірювання температури повітря через невідповідність прийнятим радіосигналам вихідних сигналів генератора опорних сигналів, сформованим відповідно до функції розсіювання, розрахованої для даних видів електромагнітних та акустичних коливань, які використовують для радіоакустичного зондування атмосфери.

Відносна нестабільність частоти генератора опорної частоти (та і у цілому радіопередавача) в системах РАЗ з доплерівським обробленням прийнятих радіосигналів, 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. межвед. н.-техн. сборник. Харьков, Высшая школа. Вып. № 82, 1987. С. 78-83.), здебільшого визначається нестабільністю кварцового резонатора 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.). Для систем РАЗ з кореляційним обробленням необхідним елементом структурної схеми є генератор опорних сигналів (Карташов В.М., Бабкін С.І., Пащенко 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), який формує опорні сигнали відповідно до функції розсіювання, розрахованої для заданих видів електромагнітних та акустичних коливань, що використовуються у конкретній системі РАЗ. Наявність у такій системі двох некогерентних генераторів, кожний з яких має свої, притаманні лише йому статистичні параметри вихідних сигналів (амплітуди, частоти та фази) (Радиопередающие устройства на полупроводниковых приборах. Проектирование и расчет. Под ред. Р.А. Валитова и И.А. Попова. - М.: Советское радио. 1973. - С. 194-197.), веде до розстроювання між радіосигналами, що приймаються, та опорними сигналами. Як доведено у роботі (Орлов В.В. Эффективность адаптивных фильтров при расстройке принимаемого и опорных сигналов. ААЭКС Методы построения адаптивных систем управления, № 2 (12), 2003.), розстроювання сигналу, що приймається, та сигналів

опорного генератора слабо впливає на ефективність алгоритмів виявлення сигналів з амплітудою, яка флюктує, але суттєво знижує ефективність алгоритмів оцінки параметрів сигналів. 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 некогерентності генератора опорної частоти радіопередавача та генератора опорних сигналів, формуючи вихідний сигнал радіопередавача та генератора опорних сигналів від коливань опорного генератора частоти радіопередавача з високою стабільністю частоти.

Таким чином, при радіоакустичному зондуванні атмосфери може бути досягнутою підвищена точність реєстрації вертикального профілю температури повітря шляхом виключення впливу некогерентності генератора опорної частоти радіопередавача та генератора опорних сигналів, що підвищить точність відтворення сигналів генератора опорних сигналів функції розсіювання, яка відповідає заданим параметрам сигналів радіоакустичного зондування.

Задачею винаходу є підвищення точності реєстрації профілю температури шляхом забезпечення когерентності частоти генератора опорної частоти радіопередавача та генератора опорних сигналів, необхідних для кореляційного оброблення прийнятих радіосигналів.

Це досягається за рахунок того, що у пристрої, 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 персонального комп'ютера, вхід передавача акустичного з'єднаний з першим виходом комп'ютера персонального, радіоприймач, перший вхід якого з'єднаний з виходом антени радіоприймача, другий вхід - з другим виходом радіопередавача, 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, третій вихід радіопередавача додатково з'єднаний з другим входом генератора опорних сигналів.

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 входом 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, причому третій вихід радіопередавача 1 з'єднаний з другим входом генератора опорних сигналів 9.

Робота пристрою. Перед зондуванням у комп'ютер персонального 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 з використанням сигналу генератора опорної частоти, який входить до складу радіопередавача 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, де за допомогою частки потужності коливачів радіопередавача 1 перетворюються, підсилюються та подаються на корелятор 8, у якому сигнали з виходу радіоприймача 6 послідовно перемножуються з 1, 2...N коливаннями генератора опорних сигналів 9 (наприклад, синтезатора частот, керованого напругою), сформованими з використанням сигналу генератора опорної частоти радіопередавача 1 по командам комп'ютера персонального 5 згідно до функції розсіювання для можливих значень параметра розстроювання умови Брегга  $q$  у конкретній метеорологічній ситуації на кожному рівні реєстрації температури. Одночасно 1, 2...N коливачів генератора опорних сигналів 9 подаються на генератор сигналів корекції 11, який формує  $1_1, 2_1...N_1$  вихідних сигналів згідно з функцією  $E(q) = \int F^2(r, q) dr$ . Вихідні  $1_1, 2_1...N_1$  сигнали генератора сигналів корекції 11 подаються на вхід пристрою віднімання 10, у якому вони віднімаються з вихідних сигналів корелятора 8. Вихідні сигнали  $1_2, 2_2...N_2$  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  $1_2, 2_2...N_2$  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...N, сигнал якого при перемноженні з вихідним сигналом радіоприймача 6, який точно співпадає з розрахованою функцією розсіювання для заданих сигналів радіоакустичного зондування (електромагнітного та акустичного), видає на виході пристрою віднімання 10 максимальний сигнал, і, відповідно, значення параметра розстроювання умови Брегга  $q$ . Комп'ютер персональний 5 по значенням 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 повітря комп'ютер персональний 5 генерує команду "Стоп" для системи радіоакустичного зондування (конкретно, для передавача акустичного 3 та генератора опорних сигналів 9) і видає одиничний вертикальний профіль температури на монітор або на інший засіб відтворення метеорологічної інформації.

Таким чином, застосування когерентності коливачів генератора опорної частоти радіопередавача та генератора опорних сигналів для кореляційного оброблення радіосигналів у пристрої для дистанційної реєстрації вертикальних профілів радіоакустичним зондуванням атмосфери дозволяє підвищити точність реєстрації вертикального профілю температури атмосферного повітря.

#### 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 персонального комп'ютера, вхід передавача акустичного з'єднаний з першим виходом комп'ютера персонального, радіоприймач, перший вхід якого з'єднаний з виходом антени радіоприймача, другий вхід - з другим виходом радіопередавача, 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 третій вихід радіопередавача додатково з'єднаний з другим входом генератора опорних сигналів.




---

Комп'ютерна верстка Д. Шеврун

---

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