

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2011153886/28, 29.12.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
29.12.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 29.12.2011

(45) Опубликовано: 27.09.2013 Бюл. № 27

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2404435 C1, 20.11.2010.**МАТВИЕНКО Г.Г. и др. Оперативное
определение компонентов скорости ветра с
помощью лидара. Оптика атмосферы, 1988,
т.1, №2, с.68-72. SU 1123397 A1, 15.09.1992. SU
812027 A1, 15.12.1992. JP 2006118975 A,
11.05.2006. US 7391506 B2, 24.06.2008. JP
6342084 A, 13.12.1994.**

Адрес для переписки:

**105005, Москва, ул. 2-я Бауманская, 5, стр.1,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, ЦЗИС, для М.Л.
Белова (НИИ РЛ)**

(72) Автор(ы):

**Белов Михаил Леонидович (RU),
Городничев Виктор Александрович (RU),
Иванов Сергей Евгеньевич (RU),
Козинцев Валентин Иванович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана" (МГТУ
им. Н.Э. Баумана) (RU)**(54) ЛАЗЕРНЫЙ ДИСТАНЦИОННЫЙ СПОСОБ ОЦЕНКИ МГНОВЕННОЙ СКОРОСТИ И
НАПРАВЛЕНИЯ ВЕТРА

(57) Реферат:

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано, в частности, в прикладной метеорологии для дистанционного измерения мгновенной скорости и направления ветра. Атмосферу облучают одним зондирующим лазерным пучком, регистрируют в течение времени измерения пространственные реализации сигналов обратного рассеяния атмосферы в зависимости от расстояния от лидара, выделяют на двумерной плоскости «время измерения - расстояние от лидара»

произвольно выбранную неоднородность сигнала обратного рассеяния и определяют поперечную и продольную составляющие мгновенной скорости ветра используя анализ размеров неоднородности сигнала обратного рассеяния в двумерной плоскости «время измерения - расстояние от лидара». Изобретение обеспечивает получение приближенной оценки мгновенной скорости и направления ветра на горизонтальной трассе используя всего один лазерный пучок и упрощение обработки данных измерений. 5 ил.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2011153886/28, 29.12.2011**

(24) Effective date for property rights:
29.12.2011

Priority:

(22) Date of filing: **29.12.2011**

(45) Date of publication: **27.09.2013 Bull. 27**

Mail address:

**105005, Moskva, ul. 2-ja Baumanskaja, 5, str.1,
MGТУ im. N.Eh. Bauman, TsZIS, dlja M.L.
Belova (NII RL)**

(72) Inventor(s):

**Belov Mikhail Leonidovich (RU),
Gorodnichev Viktor Aleksandrovich (RU),
Ivanov Sergej Evgen'evich (RU),
Kozintsev Valentin Ivanovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego
professional'nogo obrazovaniya "Moskovskij
gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet imeni
N.Eh. Bauman" (MGТУ im. N.Eh. Bauman)
(RU)**

(54) LASER REMOTE EVALUATION METHOD OF INSTANTANEOUS SPEED AND DIRECTION OF WIND

(57) Abstract:

FIELD: measurement equipment.

SUBSTANCE: atmosphere is irradiated with one sounding laser beam; spatial implementations of atmosphere back scattering signals are recorded depending on distance from the light detection and ranging system; randomly chosen non-homogeneity of a back scattering signal is pointed out on "measurement time - distance from the light detection and ranging system" two-dimensional plane, and transverse and longitudinal components of

instantaneous wind speed are determined using the analysis of values of non-homogeneity of the back scattering signal in "measurement time - distance from the light detection and ranging system" two-dimensional plane.

EFFECT: obtaining approximated evaluation of instantaneous speed and direction of wind on horizontal route using only one laser beam, and simplifying measurement data processing.

5 dwg

Область техники

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано, в частности, в прикладной метеорологии для дистанционного измерения мгновенной скорости и направления ветра.

Уровень техники

При метеорологических наблюдениях измерению подлежат средняя за 2 или 10 минут скорость ветра (зависит от типа измерительного прибора) и мгновенная скорость с осреднением за 2-5 секунд. Метеорологические приборы проводят измерения в точке расположения прибора. Лазерные методы могут обеспечить дистанционное измерение мгновенной скорости ветра, ее отдельных компонент (поперечной и продольной по отношению к оптической оси лидара) и направления ветра при использовании малой измерительной базы (см., например, [1-4]). Однако решение полной задачи определения модуля и направления мгновенной скорости ветра требует сложных методов измерения (использующих многолучевые схемы и требующих запоминания больших объемов данных) и сложных алгоритмов обработки данных измерений (см, например, [4]).

Приближенную оценку мгновенной скорости и направления ветра на горизонтальной трассе можно получить более простым методом (не используя сложных методов измерения и сложных алгоритмов обработки данных измерений). Приближенная оценка мгновенной скорости и направления ветра имеет как самостоятельный интерес, так и позволяет (при ее использовании) упростить сложные алгоритмы обработки данных измерений, используемые для получения точного значения мгновенной скорости ветра. Наиболее близким к предлагаемому способу является способ оперативного дистанционного определения компонентов скорости ветра с помощью лидара [3], заключающийся в том, что атмосферу облучают двумя зондирующими лазерными пучками, регистрируют реализации сигналов обратно рассеянного излучения от атмосферы для этих двух лазерных пучков и определяют поперечную и продольную составляющие скорости ветра используя пространственную и временную корреляционную обработку регистрируемых сигналов.

Недостаток метода [3] - использование двух лазерных пучков и сложный алгоритм обработки данных измерений.

Раскрытие изобретения

Задачей изобретения способа является получение приближенной оценки мгновенной скорости и направления ветра на горизонтальной трассе используя всего один лазерный пучок и более простой по сравнению с прототипом алгоритм обработки данных измерений.

Поставленная задача решается тем, что для получения приближенной оценки мгновенной скорости и направления ветра атмосферу облучают одним зондирующим лазерным пучком, регистрируют в течение времени измерения пространственные реализации сигналов обратного рассеяния атмосферы в зависимости от расстояния от лидара, выделяют на двумерной плоскости «время измерения - расстояние от лидара» произвольно выбранную неоднородность сигнала обратного рассеяния и определяют поперечную и продольную составляющие мгновенной скорости ветра используя анализ размеров неоднородности сигнала обратного рассеяния в двумерной плоскости «время измерения - расстояние от лидара».

Перечень фигур

На фиг.1 показан атмосферный аэрозоль.

На фиг.2 показаны контуры неоднородностей.

На фиг.3 показана выбранная неоднородность.

На фиг.4 показаны координаты и временной размер выбранной неоднородности.

На фиг.5 показана схема двухплощадочного фотоприемника.

Осуществление изобретения

Лидар содержит лазерный источник импульсного излучения, передающую оптическую систему, приемную оптическую систему, двухплощадочный фотоприемник и блок обработки.

Предлагаемый способ осуществляют следующим образом. - Излучение лазерного импульсного источника проходит передающую оптическую систему, которая формирует узкий зондирующий пучок, распространяющийся в атмосфере.

Аэрозоль, всегда содержащийся в атмосфере, рассеивает излучение назад в сторону лидара (см. фиг.1).

Принимаемое излучение проходит через приемную оптическую систему, регистрируется двухплощадочным фотоприемником и поступает в блок обработки для определения направления и величины скорости ветра.

В блоке обработки лидара проводят последовательно следующие операции:

1. Полученные в течении времени $t_{изм}$ данные измерений пространственных реализации сигналов обратного рассеяния атмосферы в зависимости от расстояния от лидара (расстояние от лидара определяется по времени задержки лазерного импульса) представляют в виде двумерного массива данных на плоскости «время измерения - расстояние от лидара» фиг.2. Для оценки мгновенной скорости ветра время измерения $t_{изм}$ находится в интервале 2-5 с. Частота повторения импульсов лазерного источника - сотни герц и более.

2. Выделяют на двумерной плоскости «время измерения - расстояние от лидара» фиг.3 произвольно выбранную неоднородность - односвязанную область, в пределах которой сигнал обратного рассеяния больше или меньше (на некоторое пороговое значение, определяемое по данным математического моделирования или экспериментальным исследованиям) среднего значения сигнала. Выбранная неоднородность должна целиком находиться в области регистрации - двумерной плоскости «время измерения - расстояние от лидара».

3. Определяют размеры выбранной неоднородности по оси времени (Δt), координаты начала и конца неоднородности (R_1 , R_2) по оси расстояний от лидара и максимальный размер неоднородности (соответствующий, например, ее середине) δR в направлении оси расстояния от лидара фиг.4.

4. Приближенную оценку величины продольной мгновенной скорости V_{11} получают из соотношения $V_{||} = \frac{\Delta R - \delta R}{\Delta t}$, где $\Delta R = |R_2 - R_1|$. Направление продольной скорости ветра определяют по знаку величины $R_2 - R_1$ (положительное значение этой величины соответствует направлению от лидара, отрицательное - направлению к лидару).

5. Приближенную оценку поперечной мгновенной скорости $V_{\perp}$ получают (полагая неоднородности изотропными) из соотношения $V_{\perp} = \frac{\delta R}{\Delta t}$. Направление поперечной

скорости определяют, используя двухплощадочный фотоприемник фиг.5. Сигнал обратного рассеяния от аэрозольной неоднородности будет сначала приходить (фокусироваться приемным объективом) на фотоприемник ФП1 и только потом (при перемещении неоднородности в поле зрения приемника) на фотоприемник ФП2 (для

направления ветра справа налево). При противоположном направлении ветра (слева направо) сигнал обратного рассеяния от аэрозольной неоднородности будет сначала приходить на фотоприемник ФП2.

6. Оценку модуля скорости V и направления φ (по отношению к оптической оси лазерного пучка) получают из соотношений $V = \sqrt{V_{\parallel}^2 + V_{\perp}^2}$, $\operatorname{tg} \varphi = \frac{V_{\perp}}{V_{\parallel}}$ (с учетом

знаков $V_{\perp}$ и $V_{\parallel}$, т.е. направлений продольной и поперечной скоростей ветра).

Для оценки работоспособности предлагаемого способа оперативного измерения скорости и направления атмосферного ветра проводилось математическое моделирование.

Математическое моделирование проводилось с помощью комплекса программ (созданного в лицензионном пакете LabView), имитирующих работу лазерного измерителя скорости и направления атмосферного ветра. Комплекс включает в себя блоки моделирования двумерных полей аэрозольных неоднородностей, переноса аэрозольных неоднородностей ветром, расчета принимаемых лазерных сигналов от зондируемых объемов атмосферы.

Результаты математического моделирования для различных направлений атмосферного ветра показывают, что для описанного метода ошибки определения скорости ветра не превосходят 25%, а ошибки определения направления ветра - не более 20°. Задаваемые при математическом моделировании параметры атмосферных неоднородностей соответствовали условиям приземного слоя атмосферы.

Таким образом, описанный способ позволяет обеспечить получение приближенной оценки мгновенной скорости и направления ветра.

Источники информации

1. Применение корреляционных методов в атмосферной оптике / В.М.Орлов, Г.Г.Матвиенко, И.В.Самохвалов и др. - Новосибирск: Наука, 1983. - 160 с.

2. Корреляционные методы лазерно-локационных измерений скорости ветра / Г.Г.Матвиенко, Г.О.Заде, Э.С.Фердинандов и др. - Новосибирск: Наука, 1985. - 223 с.

3. Матвиенко Г.Г., Самохвалов И.В., В.С.Рыбалко и др. Оперативное определение компонентов скорости ветра с помощью лидара // Оптика атмосферы и океана. - 1988. - Т.1. - N2. - С.68-72.

4. Патент RU 2404435. Способ оперативного дистанционного определения скорости и направления ветра. Дата действия патента 04.06.2009. МПК G01P 5/22, G01P 5/26, G01S 17/95.

Формула изобретения

Лазерный дистанционный способ оценки мгновенной скорости и направления ветра, состоящий в том, что атмосферу облучают двумя зондирующими лазерными пучками, регистрируют реализации сигналов обратно рассеянного излучения от атмосферы этих двух лазерных пучков и определяют поперечную и продольную составляющие скорости ветра, используя пространственную и временную корреляционную обработку регистрируемых сигналов, отличающийся тем, что атмосферу облучают одним зондирующим лазерным пучком, регистрируют в течение времени измерения пространственные реализации сигналов обратно рассеянного излучения от атмосферы одного лазерного пучка в зависимости от расстояния от лидара, выделяют на двумерной плоскости «время измерения - расстояние от лидара» произвольно выбранную неоднородность сигнала обратного рассеяния и определяют поперечную и продольную составляющие мгновенной скорости ветра, используя

анализ размеров неоднородности обратно рассеянного излучения в двумерной плоскости «время измерения - расстояние от лидара».

5

10

15

20

25

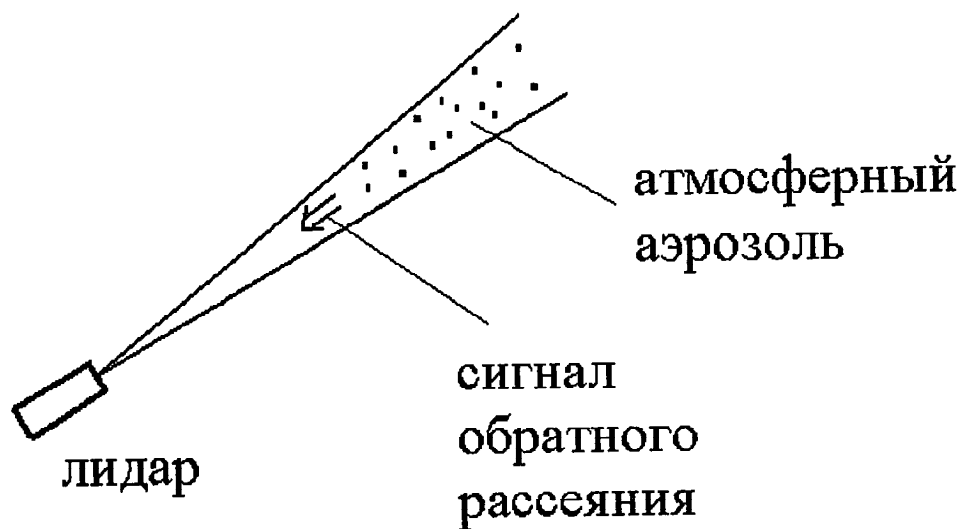
30

35

40

45

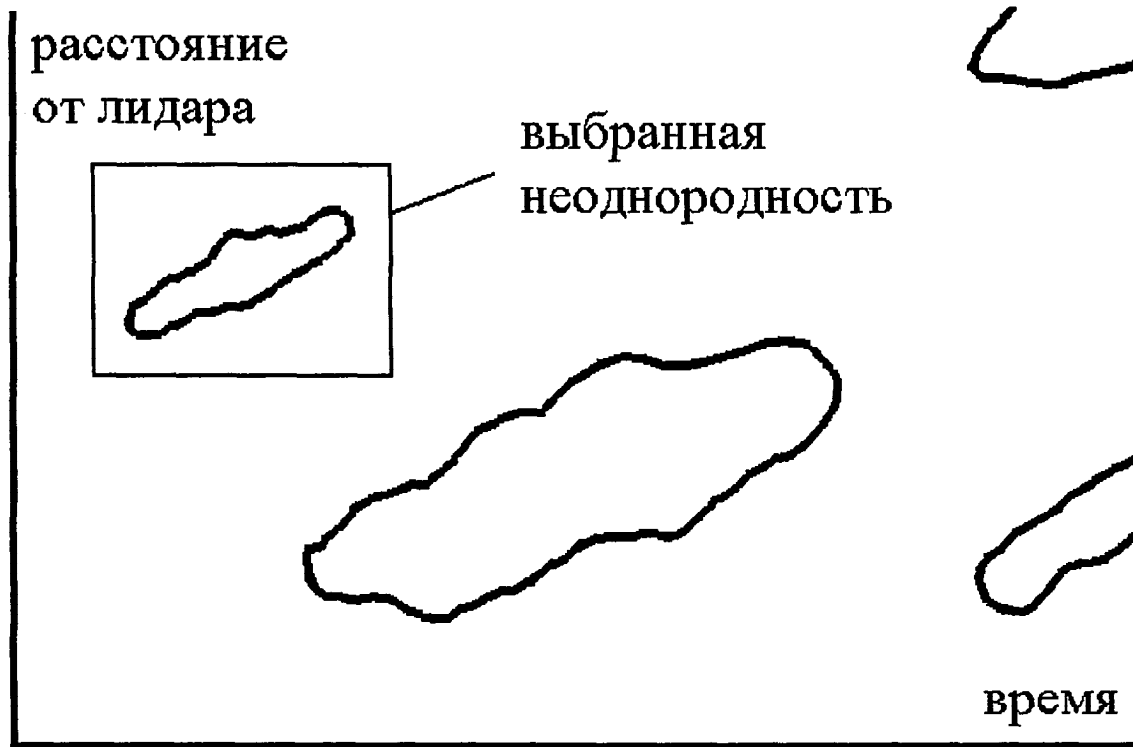
50



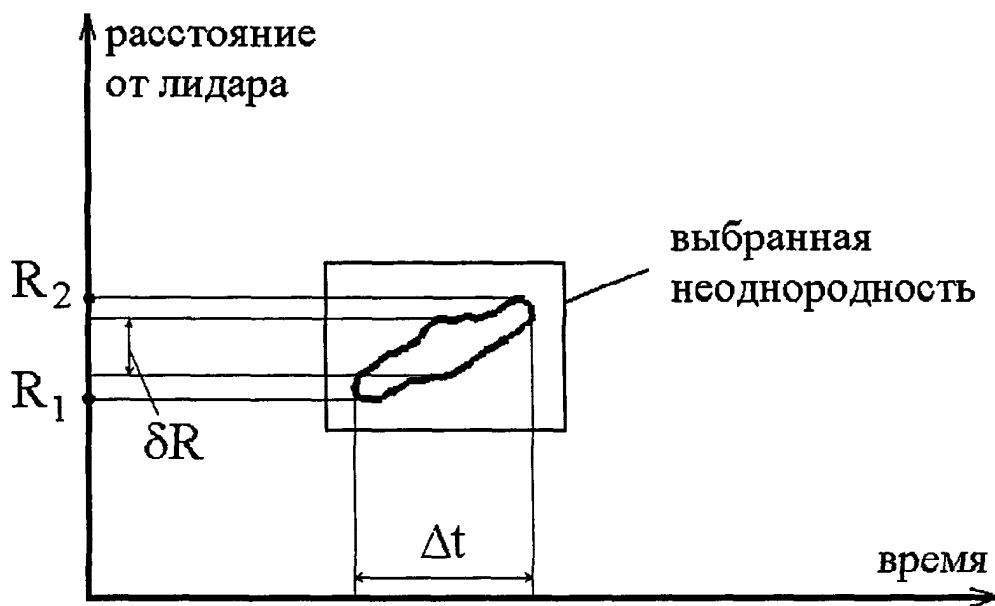
Фиг. 1



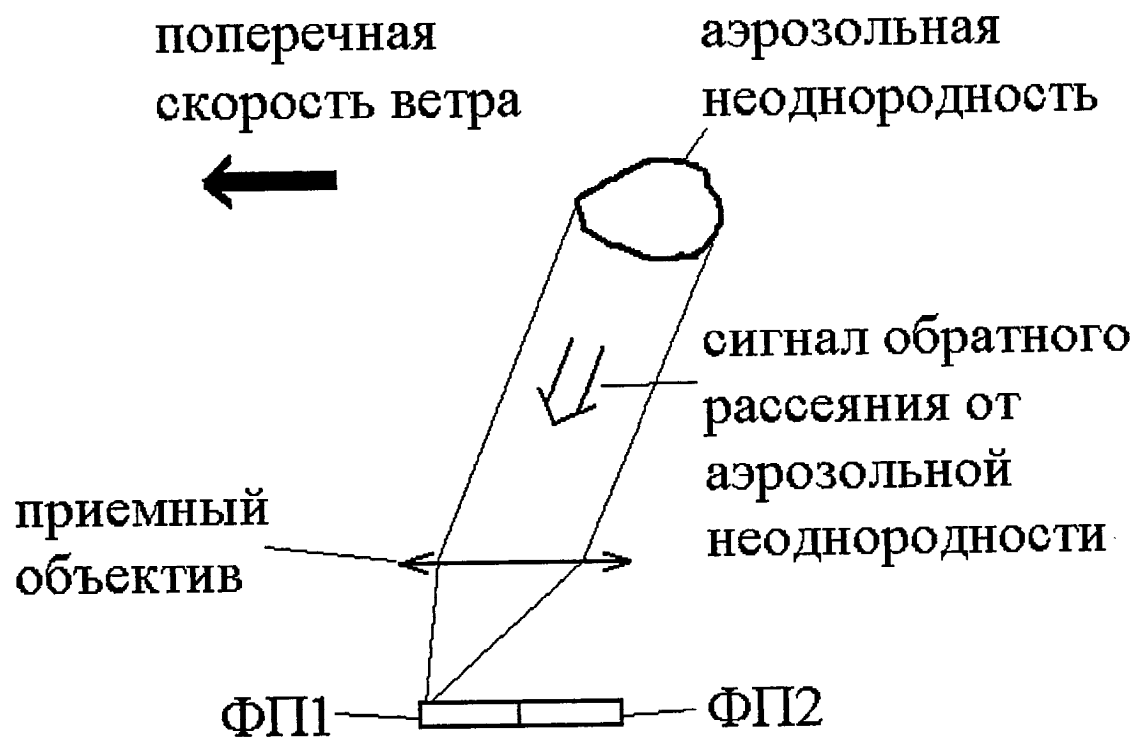
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5