

(19) **SU** (11) 1 840 481 (13) **A1**

(51) МПК  
G01S 17/95 (2006.01)



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО  
ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ СССР**

(21), (22) Заявка: 2220623/09, 08.06.1977

(45) Опубликовано: 27.03.2007 Бюл. № 9

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: Патент Японии, кл. 111F4, №50-1227, 1974 г. Казарян Р.А. и др. Измерение усредненной структурной характеристики показателя преломления атмосферы, ТИИЭР, 1970, т.58, №10, стр.153-154.

Адрес для переписки:  
123424, Москва, Волоколамское ш., 95, НПО  
"Астрофизика"

(71) Заявитель(и):  
Научно-производственное объединение  
"Астрофизика"

(72) Автор(ы):  
Бакут Петр Алексеевич (RU),  
Александров Александр Борисович (RU),  
Логинов Вениамин Анатольевич (RU),  
Логинов Вальмар Петрович (RU),  
Матвеев Игорь Николаевич (RU),  
Шумилов Юрий Петрович (RU)

**(54) СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ СТРУКТУРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ  
ТУРБУЛЕНТНОЙ АТМОСФЕРЫ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области лазерной локации атмосферы. Технический результат заключается в повышении точности путем измерения профиля структурной характеристики показателя преломления турбулентной атмосферы. Сущность изобретения состоит в том, что в способе, основанном на пропускании импульсного лазерного излучения через турбулентную атмосферу и фильтрации принимаемого излучения, фильтруют излучение обратного рассеяния на мелкомасштабных неоднородностях, усиленное при прохождении

крупномасштабных неоднородностей, измеряют коэффициенты усиления обратного рассеяния одиночных импульсов, частоты следования которых не превышают частоты флуктуации турбулентной атмосферы, определяют коэффициент усиления обратного рассеяния импульсного излучения усреднением коэффициентов обратного рассеяния одиночных импульсов и восстанавливают профиль структурной характеристики показателя преломления турбулентной атмосферы обратным преобразованием коэффициента усиления обратного рассеяния импульсного излучения.

S U 1 8 4 0 4 8 1 A 1

S U 1 8 4 0 4 8 1 A 1



STATE COMMITTEE  
FOR INVENTIONS AND DISCOVERIES

(19) **SU** (11) 1 840 481 (13) **A1**

(51) Int. Cl.  
G01S 17/95 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2220623/09, 08.06.1977

(45) Date of publication: 27.03.2007 Bull. 9

Mail address:  
123424, Moskva, Volokolamskoe sh., 95, NPO  
"Astrofizika"

(71) Applicant(s):  
Nauchno-proizvodstvennoe ob"edinenie  
"Astrofizika"

(72) Inventor(s):  
Bakut Petr Alekseevich (RU),  
Aleksandrov Aleksandr Borisovich (RU),  
Loginov Veniamin Anatol'evich (RU),  
Loginov Val'mar Petrovich (RU),  
Matveev Igor' Nikolaevich (RU),  
Shumilov Jurij Petrovich (RU)

(54) **METHOD FOR CHANGING STRUCTURAL CHARACTERISTIC OF DEFLECTION COEFFICIENT OF TURBULENT ATMOSPHERE**

(57) Abstract:

FIELD: laser location of atmosphere.

SUBSTANCE: in the method, based on letting impulse laser radiation try turbulent atmosphere and filtering received radiation, reverse dissipation radiation is generated on small scale irregularities, amplified during passage of large scale irregularities, measured are reverse dissipation amplification coefficients of single impulses, passing frequency of which does not exceed frequency of fluctuations of turbulent

atmosphere, determined is coefficient of amplification of reverse dissipation of impulse radiation by averaging reverse dissipation coefficients of single impulses and restored is profile of structural characteristic of deflection coefficient of turbulent atmosphere by means of reverse transformation of coefficient of amplification of reverse dissipation of impulse radiation.

EFFECT: increased precision by measuring profile of structural characteristic of deflection coefficient of turbulent atmosphere.

S U 1 8 4 0 4 8 1 A 1

S U 1 8 4 0 4 8 1 A 1

Изобретение относится в области лазерной локации атмосферы и может быть использовано при построении систем измерения параметров атмосферы.

Известен способ измерения коэффициента преломления, заключающийся в том, что модулируют луч света, преломленный в среде, и непреломленный луч света при  
5 отсутствии преломляющей среды на пути прохождения света, осуществляют фотоэлектрическое преобразование принятых сигналов и сравнивают полученные в результате электрические сигналы, величины которых зависят от места падения непреломленного и преломленного световых лучей.

К недостаткам известного способа следует отнести невозможность измерения  
10 показателя преломления на расстоянии или какую-либо его характеристику в зависимости от расстояния.

Известен также принятый за прототип способ измерения структурной характеристики показателя преломления атмосферы, в соответствии с которым пропускают импульсное лазерное излучение через турбулентную атмосферу, фильтруют принимаемое излучение,  
15 усредняют интенсивность отфильтрованного излучения по флуктуациям турбулентной атмосферы и регистрируют распределение усредненной интенсивности.

Данный известный способ не позволяет получить зависимость структурной характеристики показателя преломления атмосферы по длине трассы, а дает возможность получения только усредненного по трассе значения этого параметра, что существенно  
20 снижает точность измерений в локационных системах, использующих предварительное измерение параметров атмосферы.

Целью изобретения является повышение точности путем измерения профиля структурной характеристики показателя преломления турбулентной атмосферы.

Указанная цель достигается тем, что в способе измерения структурной характеристики  
25 показателя преломления турбулентной атмосферы, основанном на пропускании импульсного лазерного излучения через турбулентную атмосферу, фильтрации принимаемого излучения, рассеянного на неоднородностях турбулентной атмосферы и его последующей регистрации, в соответствии с изобретением, фильтруют излучение обратного рассеяния на мелкомасштабных неоднородностях, усиленное при прохождении  
30 крупномасштабных неоднородностей турбулентной атмосферы, измеряют коэффициенты усиления обратного рассеяния одиночных импульсов, частота следования которых не превышает частоты флуктуации турбулентной атмосферы, определяют коэффициент усиления обратного рассеяния импульсного излучения усреднением коэффициентов обратного рассеяния одиночных импульсов, восстанавливают профиль структурной  
35 характеристики показателя преломления турбулентной атмосферы обратным преобразованием коэффициента усиления обратного рассеяния импульсного излучения.

Возможность достижения поставленной цели в изобретении основывается на следующем.

Каждый импульс излучения при распространении в турбулентной атмосфере искажается  
40 крупномасштабными неоднородностями и рассеивается на мелкомасштабных неоднородностях. Рассеянное назад излучение проходит через те же крупномасштабные неоднородности, что и при прямом прохождении, вследствие чего усредненная интенсивность сигнала обратного рассеяния в направлении на излучатель в N раз выше, чем в среднем по остальным направлениям.

45 Коэффициент усиления обратного рассеяния равен:

$$N = \exp \left\{ \int_{z_0}^{z_0} C u^2(z) f(z, z_0) dz \right\}, \quad (1)$$

где  $Z_0$  - расстояние до рассеивателя;

50  $Sp^2(z)$  - структурная характеристика показателя преломления атмосферы;

$f(z, z_0)$  - функция, зависящая от геометрических особенностей передающей системы.

При распространении короткого импульса в турбулентной атмосфере происходит перемещение вдоль трассы эффективного объема, внутри которого сосредоточена энергия

излученного импульса. Другими словами, расстояние до рассеивателя является функцией времени  $z_0 = c\tau$ , где  $c$  - скорость света,  $\tau$  - время, прошедшее с момента излучения импульса.

5 Сигнал обратного рассеяния, сформированный на частицах аэрозоля, расстояние до которых  $z_0 = c\tau$ , достигнет излучателя (приемника) в момент времени  $t = 2\tau$  и соотношение (1) может быть представлено в виде:

$$10 \quad N(t) \exp \left\{ \int_0^{z_0 - \frac{ct}{2}} Cu^2(Z) f(Z, Z_0) dZ \right\} \quad (2)$$

Коэффициент усиления обратного рассеяния является средней величиной, поэтому для его определения необходимо измерить зависимость отношения интенсивности обратного рассеяния в направлении на излучатель  $I_{изл}(t)$  к интенсивности обратного рассеяния в другом направлении  $I_{др}(t)$  для одиночного импульса:

$$15 \quad N_{ед}(t) = \frac{I_{изл}(t)}{I_{др}(t)} \quad (3)$$

где:  $N_{ед}(t)$  - величина коэффициента усиления обратного рассеяния единичного импульса.

20 Усреднением  $\overline{N_{ед}(t)}$  по последовательности импульсов измеряют коэффициент усиления обратного рассеяния  $N(t)$  импульсного излучения и, решая численными методами уравнение (2) с измеренным  $N(t)$  в левой его части, получают профиль  $Sp^2(z)$ .

Такое решение, в частности, может быть получено при помощи соотношения:

$$25 \quad Cu^2(z_0 + \Delta z) = \frac{2 \frac{d}{dt} N(t) - \int_0^{z_0} Cu^2(z) f(z, z_0) dz}{c \cdot f(z_0, z_0)} \Bigg|_{z_0 = \frac{ct}{2}}$$

30 Использование способа, соответствующего изобретению, позволяет оперативно получать профили структурной характеристики показателя преломления турбулентной атмосферы на вертикальных и наклонных трассах, используемые в системах оперативного измерения параметров атмосферы и в системах подготовки данных для лазерных систем различного назначения.

35

#### Формула изобретения

Способ измерения структурной характеристики показателя преломления турбулентной атмосферы, основанный на пропускании импульсного лазерного излучения через турбулентную атмосферу, фильтрации принимаемого излучения, рассеянного на  
40 неоднородностях турбулентной атмосферы и его последующей регистрации, отличающийся тем, что, с целью повышения точности путем измерения профиля структурной характеристики показателя преломления турбулентной атмосферы, фильтруют излучение обратного рассеяния на мелкомасштабных неоднородностях, усиленное при прохождении крупномасштабных неоднородностей турбулентной атмосферы, измеряют  
45 коэффициент усиления обратного рассеяния одиночных импульсов, частота следования которых не превышает частоты флуктуации турбулентной атмосферы, определяют коэффициент усиления обратного рассеяния импульсного излучения усреднением коэффициентов усиления обратного рассеяния одиночных импульсов, восстанавливают профиль структурной характеристики показателя преломления турбулентной атмосферы  
50 обратным преобразованием коэффициента усиления обратного рассеяния импульсного излучения.