



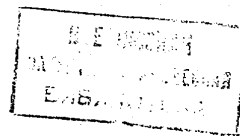
СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1550470** **A1**

(51) 5 G 03 H 1/06

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГИИТ СССР

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (21) 4433035/31-25  
(22) 31.05.88  
(46) 15.03.90; Бюл. № 10  
(71) Институт радиотехники и электроники АН УССР  
(72) В.Н.Уваров и Ю.В.Корниенко  
(53) 535.8(088.8)  
(56) Мартынов Д.Я. Курс практической астрофизики. М.: Изд-во физ.-мат. литературы, 1960, с. 455.  
Rhodes W., Goodman J. J. Opt. Soc. Am., 1973, v. 63, p. 647-657.  
(54) СПОСОБ ПРОСТРАНСТВЕННОГО АНАЛИЗА СВЕТОВОГО ПОТОКА  
(57) Изобретение относится к оптике и может быть использовано для получения не искаженных атмосферой изображений астрономических объектов при наземных наблюдениях в реальном масштабе времени. Цель - повышение эффективности анализа. Исходный избыточный световой поток разбивают на субпоток, осуществляют их изохронность

Изобретение относится к оптике, в частности к способам интерферометрического анализа световых потоков, и может быть использовано для получения не искаженных изображений астрономических и космических объектов сквозь неоднородную атмосферу.

Цель изобретения - повышение эффективности анализа.

На фиг.1 приведена схема одномерного преобразователя светового потока, с помощью которого осуществляют предлагаемый способ; на фиг.2 - схема

при распространении к входной апертуре объектива, входные апертуры субпоточков располагают на входной апертуре объектива, так, что на объектив падает безызбыточный поток, регистрируют интенсивность светового потока в плоскости изображения объектива, диаметр субпоточков выбирают таким, чтобы среднее квадратичное возмущение фазы плоской волны от исследуемого объекта в пределах границ субпоточка не превышало допустимой погрешности фазы компонент Фурье результирующего изображения, безызбыточный поток, падающий на объектив, формируют из всех субпоточков, а безызбыточность осуществляют расположением центров каждого субпоточка на входной апертуре объектива в точках, координаты которых определяют умножением удвоенного диаметра субпоточка на элемент целочисленного двумерного разностного множества с кратностью "1". 2 ил.

использования преобразователя в оптическом телескопе.

Пространственно-частотный преобразователь установлен в исходном световом потоке 1 перед объективом 2. Поток разбивают на субпоток 3<sub>1</sub>-3<sub>5</sub>.

Преобразователь представляет собой многозеркальную перископическую систему, в которой каждый из субпоточков 3<sub>4</sub>-3<sub>5</sub> отклоняется парой зеркал 4, -4<sub>5</sub> и 5, -5<sub>5</sub> в направлении, перпендикулярном распространению. Диаметр субпоточка 3<sub>1</sub>-3<sub>5</sub> сравним с длиной, на которой

(19) **SU** (11) **1550470** **A1**

среднеквадратичное атмосферное возмущение фазы плоской волны от исследуемого объекта равно заданной величине погрешности фазы компонента Фурье результирующего изображения.

Предположим, что спектр атмосферной турбулентности подчиняется закону Колмогорова-Обухова, среднеквадратичное значение поперечного возмущения фазы волнового фронта определяется формулой

$$\sigma_{\Delta\varphi} \approx 2,62(1/r_0)^{5/6}, \quad (1)$$

где  $\sigma_{\Delta\varphi}$  - среднеквадратичное атмосферное возмущение фазы волнового фронта в точках, перпендикулярных распространению разделенных расстоянием  $l$ ;  $r_0$  - атмосферный диаметр когерентности, который приближенно можно определить по диаметру кружка атмосферного замытия звезды (т.е. содержащего 80% энергии звезды) -  $\alpha$  (в угловых секундах)

$$r_0 \approx 18 \text{ (см)} / \alpha'' \quad (2)$$

Из формул (1) и (2) получаем, что диаметр субпучка определяется формулой

$$l \approx 5,7 (\sigma_{\Delta\varphi})^{6/5} / \alpha'' \quad (3)$$

Для средних атмосферных условий ( $\alpha = 1''$ ), выбирая допустимую ошибку измерения фазы компонента Фурье, при которой качество изображения практически не теряется ( $\sigma_{\Delta\varphi} \approx \pi/4$ ), получаем диаметр субпотока  $l \approx 6,2$  см.

На входе преобразователя центры субпотоков  $3_1-3_5$  являются узлами двумерной решетки с периодом, равным размеру субпотока, причем все узлы решетки соответствуют центрам субпотоков  $3_1-3_5$  и все субпотоки  $3_1-3_5$  перекрывают весь исходный световой поток  $1$ . На выходе преобразователя центры субпотоков  $3_1-3_5$  также соответствуют узлам равномерной решетки, но в этом случае центру субпотока соответствует только тот узел, который определяется как произведение удвоенного шага решетки исходного потока на элемент двумерного целочисленного разностного множества с кратностью  $1''$ .

Один из примеров двумерного целочисленного разностного множества можно получить по формуле

$$\{i, i^2 \pmod{p}\} \quad i=0, 1, 2, \dots, p-1,$$

где  $i$  - натуральное число;  $p$  - модуль множества, являющийся простым числом. Выбрав  $p=7$ , получим множество с координатами  $(0,0)$ ,  $(1,1)$ ,  $(2,4)$ ,  $(3,2)$ ,  $(4,2)$ ,  $(5,4)$ ,  $(6,1)$ .

Математическим аппаратом для расчета разностных множеств является теория конечных полей и разностных множеств. Период решетки на выходе преобразователя равен удвоенному сечению субпотока, что позволяет избежать перекрытия пространственно-частотных окон пропускания. Оптические пути всех субпотоков  $3_1-3_5$  в преобразователе одинаковы. Для выравнивания оптических путей различных субпотоков преобразователя каждый субпоток пропускают через компенсатор  $6_1-6_5$ . Он представляет собой два стеклянных клина, острые углы которых установлены навстречу друг другу, а сами клинья могут смещаться друг относительно друга, образуя плоскопараллельную пластину переменной толщины.

Преобразователь  $8$  устанавливают во вторичном зрачке телескопа  $7$ . За преобразователем устанавливают объектив  $9$ , которым формируют изображение в фокальной плоскости  $10$ , где устанавливают панорамный регистратор (например, фотопленку).

Световой поток от исследуемого объекта пропускают через оптическую систему телескопа  $7$  и в выходном зрачке направляют на преобразователь  $8$ . Каждый световой субпоток  $3_1-3_5$  исходного потока  $1$  отклоняют с помощью системы зеркал  $4_1-4_5$  и  $5_1-5_5$  на величину, равную разности координат исходного и регистрирующего потоков в направлении, перпендикулярном распространению.

Панорамным регистратором, расположенным в фокальной плоскости линзы, регистрируют квазиизображения объекта с экспозицией, продолжительность которой превышает время когерентности, но не превосходит времени замороженности атмосферных неоднородностей.

Зарегистрированное квазиизображение представляет собой совокупность систем интерференционных полос, в которой системе интерференционных полос одного пространственного периода взаимоднозначно соответствуют пара субапертур регистрируемого и пара субапертур исходного потоков.

Последующая математическая обработка результатов регистрации квази-изображения с учетом смещения субпоток в преобразователе позволяет определить значение функции когерентности любой пары субпоток регистрируемого и, следовательно, исходного потока в момент экспозиции.

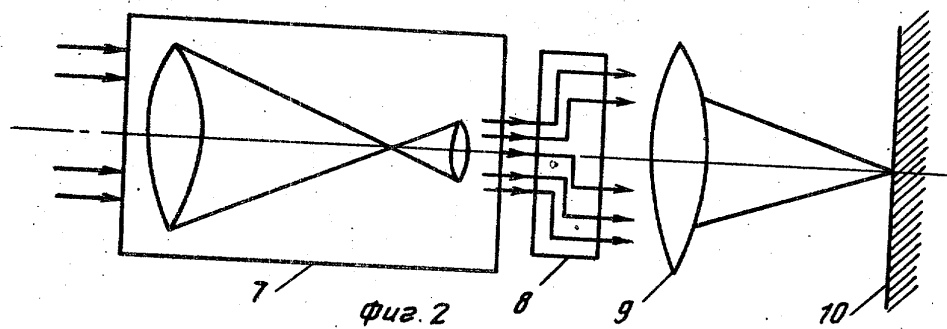
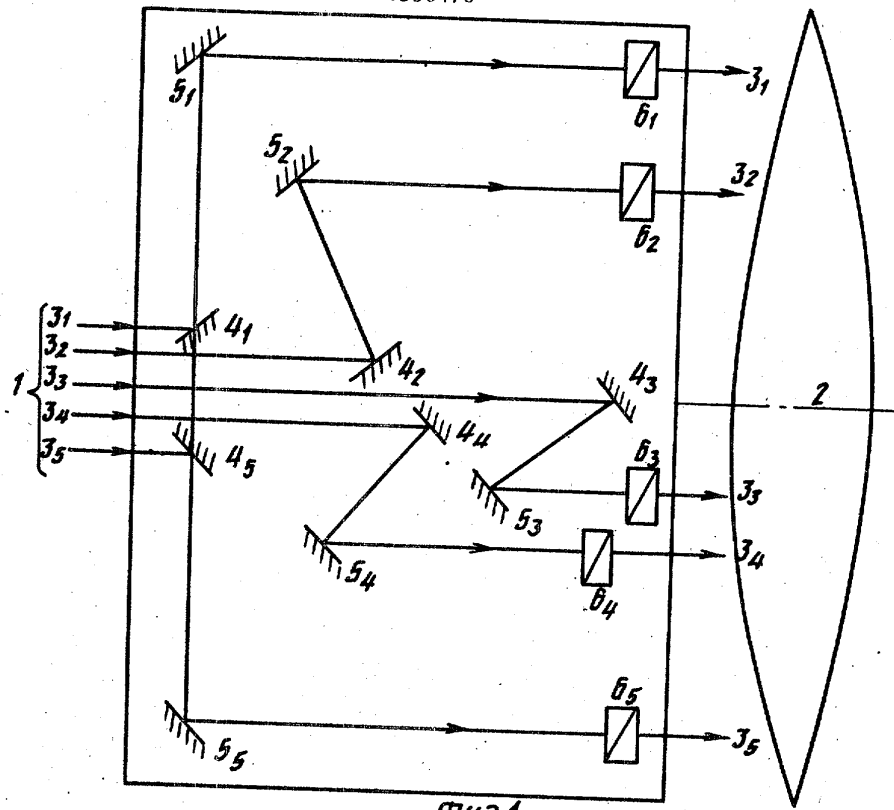
Таким образом, предлагаемый способ позволяет получить не искаженные атмосферой изображения в реальном масштабе времени с дифракционным разрешением, а также мгновенные картины фазовых возмущений на апертуре, создаваемые атмосферой. Эти картины можно использовать как для исследования атмосферы, так и для оценки правдоподобия восстановления изображения.

Получение не искаженных атмосферой изображений в реальном масштабе времени является основой решения ряда важных задач. В астрофизике это изучение быстротекущих процессов в астрономических объектах наземными средствами, а также использовать крупные наземные телескопы на дифракционном пределе разрешения. В космонавтике это изучение и классификация искусственных околоземных тел при отсутствии орбитальных данных. Эта задача более эффективно решается наземными средствами, чем космическими.

### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Способ пространственного анализа светового потока от объекта, наблюдаемого через случайно-неоднородную среду, заключающийся в том, что исходный световой поток разбивают на субпоток, обеспечивают изохронность субпоток при их распространении к входной апертуре объектива, располагают входные апертуры субпоток на входной апертуре объектива таким образом, что на объектив падает безыбыточный поток, и регистрируют интенсивность светового потока в плоскости изображения объектива, отличающийся тем, что, с целью повышения эффективности анализа, диаметры субпоток выбирают такими, чтобы среднеквадратичное возмущение фазы плоской волны от исследуемого объекта в пределах границ субпоток не превышало допустимой погрешности фазы компонента Фурье результирующего изображения, безыбыточный поток, падающий на объектив, формируют из всех субпоток исходного светового потока, а для осуществления безыбыточности центры каждого субпоток располагают на входной апертуре объектива в точках, координаты которых определяют умножением удвоенного диаметра субпоток на элемент целочисленного двумерного множества с кратностью "1".

1550470



Составитель Л.Архонтов  
Редактор Ю.Середа Техред Л.Олейник, Корректор Э.Лончакова

Заказ 271 Тираж 379 Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР  
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101