



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

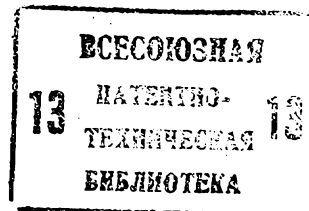
(19) **SU** (11) **1153276 A**

4(51) G 01 N 21/41

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



(21) 3588372/18-25

(22) 06.04.83

(46) 30.04.85. Бюл. № 16

(72) В.Ф.Барышников и И.Я.Шапиро

(71) Специальное конструкторское
бюро научного приборостроения "Оп-
тика" Томского филиала СО АН СССР

(53) 551.508.9(088.8)

(56) 1. Авторское свидетельство СССР
№ 386325, кл. G 01 N 21/16, 1971.

2. Авторское свидетельство СССР
№ 934427, кл. G 01 W 1/00, 1982
(прототип).

(54) (57) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ
СТРУКТУРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОКАЗАТЕ-
ЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ АТМОСФЕРЫ, содержа-
щее источник излучения, фокусирую-
щую линзу, последовательно соеди-
ненные сканирующий фотодетектор,
расположенный приемной поверхностью
в фокальной плоскости фокусирующей
линзы, аналого-цифровой преобразо-
ватель, блок преобразования кодов
и первый счетчик, последовательно
соединенные блок памяти, схему сов-

падения кодов, второй счетчик и блок
управления сканированием, выходом
подключенный к сканирующему фотоде-
тектору, а также регистрирующий при-
бор, отличающееся тем,
что, с целью повышения точности,
оно снабжено последовательно соеди-
ненными обнаружителем сигналов, пер-
вым электронным ключом, блоком ос-
реднения, дополнительным блоком па-
мяти и схемой вычитания, а также
вторым электронным ключом, выход
которого соединен с входом схемы
вычитания, выход которой подключен
к регистрирующему прибору, первому
блоку памяти и входу схемы совпаде-
ния кодов, при этом вход обнаружи-
теля сигналов соединен с выходом
подключенного к блоку управления
сканирующего фотодетектора, а выход-
с входом второго электронного клю-
ча, входы электронных ключей соеди-
нены с выходом первого счетчика, а
вход блока осреднения - с выходом
второго счетчика.

(19) **SU** (11) **1153276 A**

Изобретение относится к атмосферной оптике и может быть использовано для измерения оптических характеристик атмосферы, а также для исследования степени разрушения когерентности оптических пучков при распространении в атмосфере.

Известны устройства для измерения структурной характеристики показателя преломления атмосферы (C_n^2), содержащие источник излучения, фокусирующую линзу в фокальной плоскости которой размещена вертикальная щель и фотоприемник, соединенные с блоком регистрации среднего светового потока. Физической основой измерений указанными устройствами является изменение когерентности световой волны при распространении в турбулентной атмосфере, что приводит к размытию дифракционного пятна в фокусе линзы. Степень уменьшения когерентности поля определяют по величине уменьшения светового потока через вертикальную щель, расположенную в энергетическом центре тяжести дифракционного пятна [1].

Недостатками известных устройств являются низкая точность измерения C_n^2 и сложность юстировки оптической системы. Низкая точность измерений обусловлена влиянием фоновой засветки, которая искажает соотношение между полной интенсивностью светового потока и интенсивностью светового потока прошедшего через щель. Кроме того, смещение энергетического центра тяжести светового пятна относительно жестко связанной с оптической осью щели приводит к значительному завышению значения измеряемой величины C_n^2 .

Наиболее близким к изобретению является устройство для измерения структурной характеристики показателя преломления атмосферы, содержащее источник излучения, фокусирующую линзу, последовательно соединенные сканирующий фотодетектор (диссектор), расположенный приемной поверхностью в фокальной плоскости фокусирующей линзы, аналого-цифровой преобразователь, блок преобразования кодов и первый счетчик, последовательно соединенные блок памяти, схему совпадения кодов, второй счетчик и блок управления сканированием, выходом подключенный к

сканирующему фотодетектору, а также регистрирующий прибор [2].

Измерение структурной характеристики показателя преломления атмосферы (C_n^2) с помощью указанного устройства происходит следующим образом.

Световой пучок, сформированный источником излучения и прошедший измерительную трассу в атмосфере, фокусируется линзой в плоскости сканирующего фотодетектора, например диссектора с щелевой апертурой, длина которой превышает максимально возможный размер изображения источника. При сканировании раскрытием щели светового пятна, сформированного на фотокатоде диссектора, на аноде формируется видеосигнал $U_c(t)$ и площадь, ограниченная огибающей видеосигнала, пропорциональная полному световому потоку, падающему на линзу. Поэтому, интегрируя видеосигнал за период кадровой развертки T_k , формируют напряжение U_n , пропорциональное полному световому потоку I_n

$$U_n = \int_0^{T_k} U_c(t) dt$$

В течение второго кадра сканирования (развертки) текущее напряжение сравнивается с половиной измеренного в течение первого кадра напряжения U_n до момента осуществления равенства

$$\int_0^{t_u} U_c(t) dt = \frac{1}{2} U_n$$

В момент времени t_u щелевая апертура диссектора совмещается вертикальным сечением энергетического центра тяжести изображения источника и производится измерение напряжения, пропорционального световому потоку, прошедшему через щелевую апертуру $I_{щ}$. По измеренному значению $I_{щ}$, отнесенному к полному потоку I_n , можно определить значение

$$\frac{I_{щ}}{I_n} = \frac{4R\Delta}{\pi\lambda F} \int_0^1 d\eta \exp\{-D_1(2R)\eta^{5/3}\} \quad (1)$$

$$\{\arccos \eta - \eta(1-\eta)\}$$

где

$$D_1(2R) = 2.9 C_n^2 k^2 \times (2R)^{5/3};$$

- R - радиус фокусирующей линзы;
 $K = \frac{2}{\lambda}$ - волновое число;
 λ - длина волны источника излучения;
 F - фокусное расстояние фокусирующей линзы;
 χ - длина измерительной трассы;
 Δ - ширина щелевой апертуры.

При работе в реальной атмосфере отношение $J_{\text{ц}}/I_n$ меняется за счет влияния фоновых засветок, обусловленных фоном дневного или ночного неба, или фоном от других источников света, что приводит к значительным погрешностям при измерении S_n^2 .

При сканировании щелевой апертурой диссектора измеренный световой поток через щель определяется соотношением

$$J_{\text{ц,изм}} = J_{\text{ц}} + \Delta J_{\text{ц,ф}},$$

а измеренный полный поток - соотношением

$$J_{\text{п,изм}} = J_{\text{п}} + \Delta J_{\text{п,ф}},$$

где $\Delta J_{\text{ц,ф}}$ и $\Delta J_{\text{п,ф}}$ - добавки за счет фоновых засветок.

Причем влияние $\Delta I_{\text{п,ф}}$ на изменение $J_{\text{ц}}/I_n$ очень велико, так как эта добавка накапливается в течение всего кадра, а размер изображения всегда меньше длительности кадра, т.е.

$$\Delta I_{\text{п,ср}} \geq \frac{T_k}{\tau} \Delta I_{\text{ц,ф}}.$$

При отношении сигнал/шум, равном 5, и при условии, что в кадре из 256 дискретов изображение занимает 100 дискретов, легко установить, что погрешность при измерении $J_{\text{ц}}/I_n$ составляет ~25-30%. При увеличении фоновых засветок, которые уменьшают отношение сигнал/шум, и при уменьшении размера изображения погрешность возрастает. При сканировании светового пятна за период кадровой развертки на выходе диссектора формируется видеосигнал, пропорциональный интенсивностям фокального светового пятна и фоновой засветки. Причем при длительных суммарных измерениях S_n^2 уровень фоновой засветки меняется. Это приводит к постоянно меняющейся погрешности при измерениях структурной постоянной показателя преломления атмосферы за

счет изменения отношения $I_{\text{ц}}/I_n$, связанного с характеристикой турбулентности.

Цель изобретения - повышение точности измерений структурной характеристики показателя преломления атмосферы.

Поставленная цель достигается тем, что устройство, содержащее источник излучения, фокусирующую линзу, последовательно соединенные сканирующий фотодетектор, расположенный приемной поверхностью в фокальной плоскости фокусирующей линзы, аналого-цифровой преобразователь (АЦП), блок преобразования кодов и первый счетчик, последовательно соединенные блок памяти, схему совпадения кодов, второй счетчик и блок управления сканированием, выходом подключенный к сканирующему фотодетектору, а также регистрирующий прибор, снабжено последовательно соединенными обнаружителем сигналов, первым электронным ключом, блоком осреднения, дополнительным блоком памяти и схемой вычитания, а также вторым электронным ключом, выход которого соединен с входом схемы вычитания, выход которой подключен к регистрирующему прибору, первому блоку памяти и входу схемы совпадения кодов, при этом вход обнаружителя сигналов соединен с выходом подключенного к блоку управления сканирующего фотодетектора, а выход - с входом второго электронного ключа, входы электронных ключей соединены с выходом первого счетчика, а вход блока осреднения - с выходом второго счетчика.

На фиг. 1 представлена структурная схема устройства; на фиг. 2 - временные диаграммы, поясняющие его работу.

Устройство содержит источник 1 излучения, фокусирующую линзу 2, в фокальной плоскости которой расположена приемная поверхность сканирующего фотодетектора 3, соединенного с последовательно расположенными АЦП 4, блоком 5 преобразования кодов, первым счетчиком 6, а также с обнаружителем 7 сигналов, подключенным к вторым входам двух электронных ключей 8 и 9, первые входы которых соединены с выходом первого счетчика 6, последовательно соединенные схему 10 вычитания кодов, блок 11 памяти, схему 12 совпаде-

ния кодов, второй счетчик 13, блок 14 управления, выходом подключенный к фотодетектору 3, а также регистрирующий прибор 15 и последовательно соединенные блок 16 осреднения и дополнительный блок 17 памяти, выходом подключенный к второму входу схемы 10 вычитания, причем выход фотодетектора 3 подключен к входу обнаружителя 7 сигналов, выход схемы 10 вычитания кодов подключен к второму входу схемы 12 совпадения кодов и к выходу регистрирующего прибора 15, второй выход второго счетчика 13 подключен к второму входу блока 16 осреднения, а другие входы блока 16 осреднения и схемы 10 вычитания соединены с выходами первого и второго электронных ключей соответственно.

Устройство работает следующим образом.

Световой пучок, сформированный источником 1 излучения и прошедший турбулентную атмосферу, фокусируется линзой 2 в приемной плоскости сканирующего фотодетектора 3, например диссектора с щелевой апертурой. В блоке 14 управления формируется напряжение кадровой развертки (фиг. 2, кривая а), импульсы тактовой частоты (фиг. 2, кривая в) и кадровые синхроимпульсы (фиг. 2, кривая г), с помощью которых осуществляется привязка во времени работы всех блоков устройства. Формируемый на выходе фотодетектора (диссектора) 3 при сканировании дифракционного изображения видеосигнал (фиг. 2, кривая б) в виде импульсов положительной полярности с частотой кадров поступает на вход АЦП 4, работающего по схеме неразрядного кодирования; вместе с ним на вход АЦП 4 поступает сигнал, обусловленный фоновой засветкой фотодиода диссектора 3. После преобразования с выхода АЦП 4 информация о распределении интенсивности в дифракционном изображении и об уровне фоновой засветки в виде двоичного параллельного кода поступает на блок 5 преобразования кодов, где осуществляется преобразование параллельного двоичного кода в числоимпульсный код, который накапливается в счетчике 6.

При отсутствии видеоимпульса,

т.е. пока вырезающая апертура диссектора не совместились с дифракционным изображением, на вторые входы электронных ключей 8 и 9 поступает с обнаружителя сигнал низкого уровня, который открывает ключ 8 и закрывает ключ 9. Код, пропорциональный накопленному за время сканирования фону, поступает в блок 16 осреднения, на второй вход которого поступает текущая сумма тактовых импульсов с выхода счетчика 13. При совмещении вырезающей апертуры диссектора с краем дифракционного изображения срабатывает обнаружитель 7, на выходе которого формируется положительный прямоугольный импульс, передним фронтом которого закрывается электронный ключ 8 и открывается электронный ключ 9. Синхроимпульс обнаружителя, соответствующий переднему фронту, очищает первый счетчик 6, подготовив его к накоплению данных о распределении интенсивности в сечении дифракционного изображения источника 1 излучения.

Одновременно в блоке 16 осреднения путем деления кода, равного накопленному фону, на код, равный сумме тактовых импульсов, вычисляется средний уровень фона за такт преобразования (развертки). Это значение запоминается в блоке 17 памяти на время, равное длительности импульса обнаружителя (равной длительности видеоимпульса). В течение этого времени текущее значение амплитуды видеоимпульса, подсчитанное по тактам в первом счетчике 6, поступает через открытый электронный ключ 9 на первый вход схемы 10 вычитания, на второй вход которой поступает код, равный среднему уровню фона за такт преобразования.

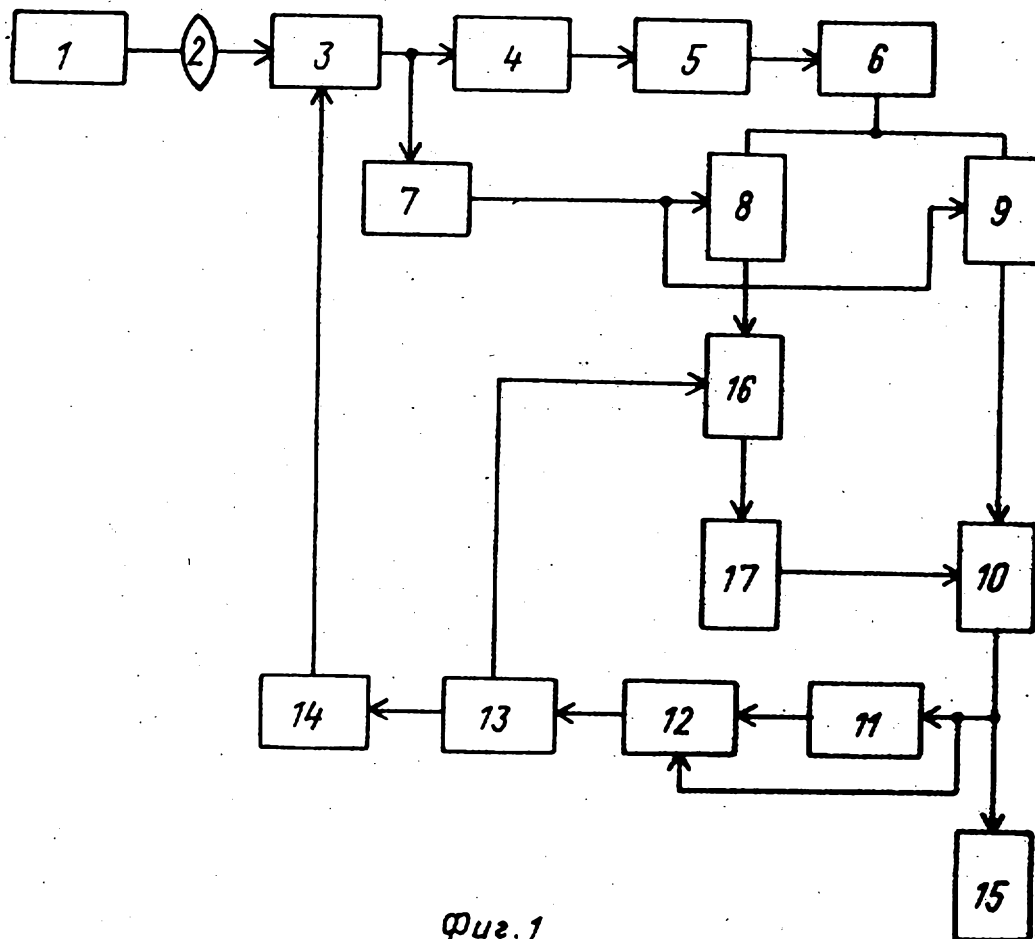
Очищенная от фона в схеме 10 вычитания информация накапливается в блоке 11 памяти и регистрирующем приборе 15. Задним фронтом импульса обнаружителя 7 обнуляется первый счетчик 6, закрывается ключ 9 и открывается ключ 8. В этот момент времени в блоке 11 памяти и в регистрирующем приборе имеется информация о полной интенсивности I_n дифракционного изображения источника, причем эта информация очищена от фоновой засветки.

В течение следующего кадра цикл измерения фона повторяется, а при срабатывании обнаружителя 7 информация, поступающая с выхода схемы 10 вычитания, поступает на второй вход схемы 12 совпадения кодов, на первый вход которой поступает половина информации $I_n/2$, запомненной в блоке 11 памяти. При совпадении кодов на выходе схемы 12 совпадения ко- 10 дов формируется логический перепад, фиксирующий момент времени t_c , в который совмещается сканирующая щелевая апертура фотодетектора 3 с сечением энергетического центра тяжести изображения источника 1. Этот перепад запрещает счет тактовых импульсов, который производится во втором счетчике 13 от начала кадра до появления логического перепада на выходе схемы 12 совпадения кодов. По окончании счета на блок 14 управ- 15 ления с выхода счетчика 13 поступает импульс запрета зарвертки и до конца кадра с фотодетектора 3 на блок АЦП 4 и обнаружитель 7 посту- 20 пает сигнал, прямо пропорциональный

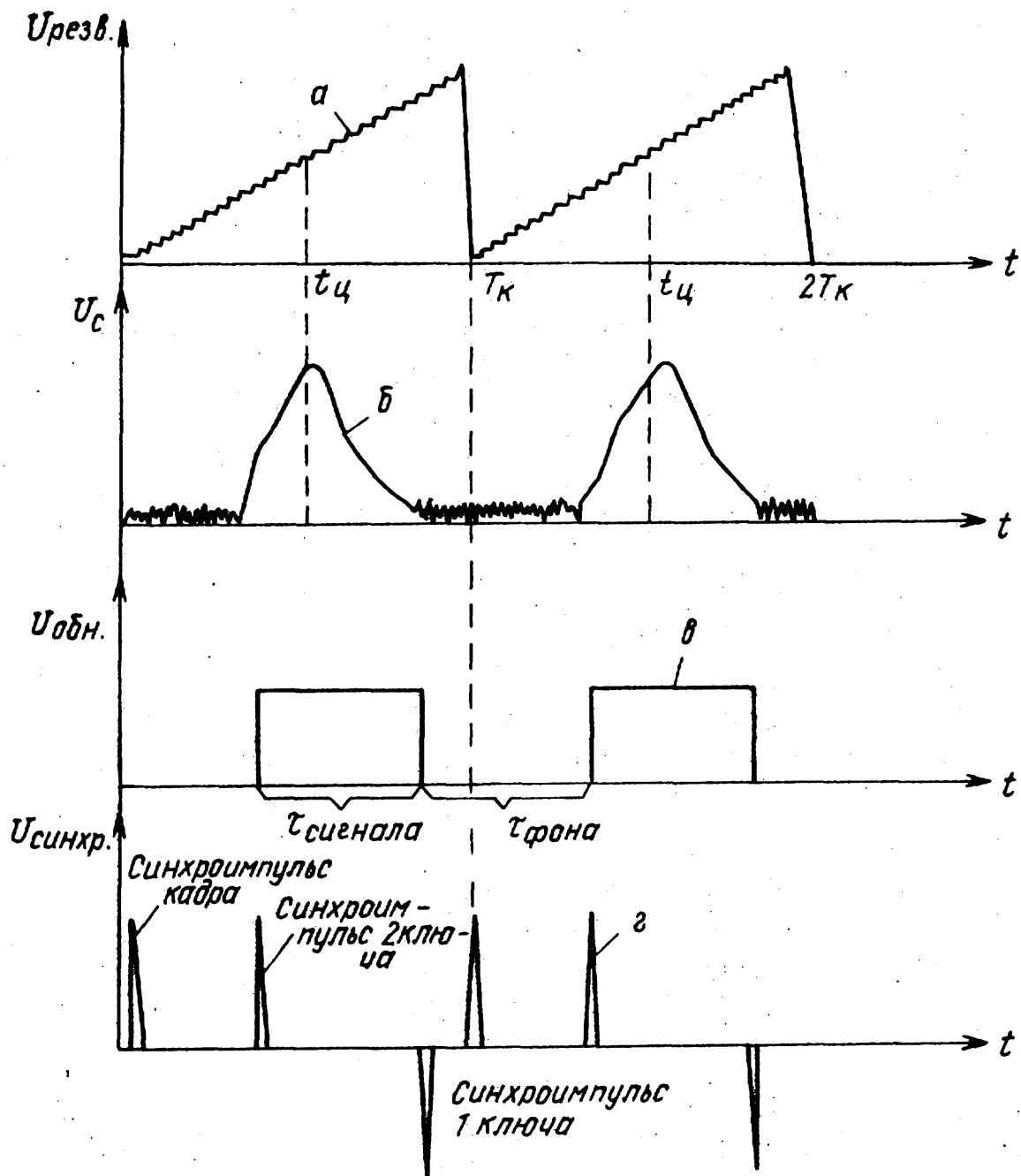
интенсивности светового потока I_c в энергетическом центре тяжести изображения. После преобразования в блоках 4 и 5 эта информация после счетчика 6 через открытый ключ 9 по- 5 ступает на схему 10 вычитания, где очищается от фона и затем поступает в регистрирующий прибор 15.

Таким образом, в течение двух кадров в регистрирующем приборе 15 происходит запись значений полного светового потока I_n и потока I_c че- 10 рез щель, совмещенную с непрерывно отслеживаемым сечением энергетического центра тяжести дифракционного изображения источника 1, причем как значение I_n , так и зна- 15 чение I_c не содержат фоновой составляющей. В регистрирующем приборе 15 вычисляется отношение I_c/I_n и определяется значение C_n^2 .

Предлагаемое устройство позволя- 25 ет повысить точность измерения C_n^2 за счет устранения погрешностей, связанных с влиянием фоновых засветок.



Фиг. 1



Фиг. 2

Редактор М. Келемеш Составитель С. Непомнящая Корректор И. Эрдейи
 Техред Л. Микеш

Заказ 2500/38 Тираж 897 Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
 по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4