



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21), (22) Заявка: 2007126020/28, 09.07.2007

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
09.07.2007

(45) Опубликовано: 20.05.2009 Бюл. № 14

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: RU 2081435 C1, 10.06.1997. RU 2129337 C1,  
20.04.1996. RU 2226707 C2, 20.08.2003. RU  
2107928, 27.03.1998. US 5933079 A, 03.08.1999.  
DE 19916000 A, 12.10.2000.

Адрес для переписки:

456770, Челябинская обл., г. Снежинск, ул.  
Васильева, 13, ФГУП "РФЯЦ - ВНИИТФ им.  
академ. Е.И. Забабахина", отдел  
интеллектуальной собственности, а/я 245,  
Г.В. Бакалову

(72) Автор(ы):

Бровкин Василий Федорович (RU),  
Подгорнов Владимир Аминович (RU),  
Подгорнов Семен Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

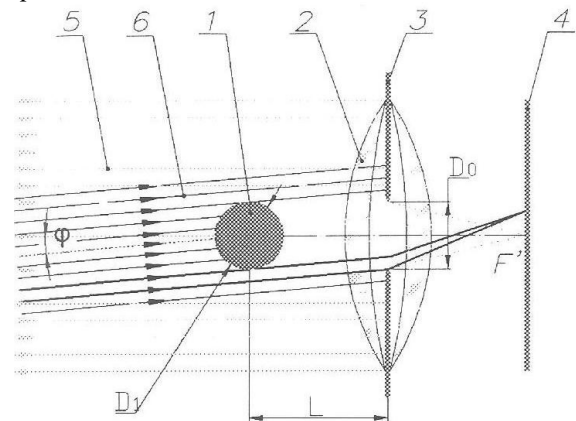
Федеральное государственное унитарное  
предприятие "Российский Федеральный  
ядерный центр - Всероссийский  
научно-исследовательский институт  
технической физики имени академика Е.И.  
Забабахина" (ФГУП "РФЯЦ - ВНИИТФ  
имени академика Е.И. Забабахина") (RU)

**(54) СПОСОБ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПРОСТРАНСТВОМ НА ФОНЕ ЯРКОГО УДАЛЕННОГО ИСТОЧНИКА СВЕТА**

(57) Реферат:

Изобретение относится к способам пассивной оптической локации. Заявленный способ заключается в формировании действительного оптического изображения пространства объективом с регулируемой диафрагмой на поверхности матричного фоторегистратора оптического излучения. При этом при превышении верхней границы диапазона чувствительности фоторегистратора при воздействии на него источника света перед объективом оптического тракта в направлении на источник света устанавливают малоразмерный экран, диаметр которого не превышает диаметра диафрагмы объектива. Технический результат: обеспечение надежного наблюдения за пространством на фоне яркого удаленного источника света, обеспечение

возможности выявления объектов на регистрируемом изображении в области ореола яркого удаленного источника света. 6 з.п. ф-лы, 11 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2007126020/28, 09.07.2007**

(24) Effective date for property rights:  
**09.07.2007**

(45) Date of publication: **20.05.2009 Bull. 14**

Mail address:

**456770, Cheljabinskaja obl., g. Snezhinsk, ul. Vasil'eva, 13, FGUP "RFJaTs - VNIITF im. akadem. E.I. Zababakhina", otdel intellektual'noj sobstvennosti, a/ja 245, G.V. Bakalovu**

(72) Inventor(s):

**Brovkin Vasilij Fedorovich (RU),  
Podgornov Vladimir Aminovich (RU),  
Podgornov Semen Vladimirovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe predpriatie "Rossijskij Federal'nyj jadernyj tsentr - Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut tekhnicheskoy fiziki imeni akademika E.I. Zababakhina" (FGUP "RFJaTs - VNIITF imeni akademika E.I. Zababakhina") (RU)**

**(54) METHOD OF OBSERVING SPACE AGAINST BACKGROUND OF BRIGHT DISTANT LIGHT SOURCE**

(57) Abstract:

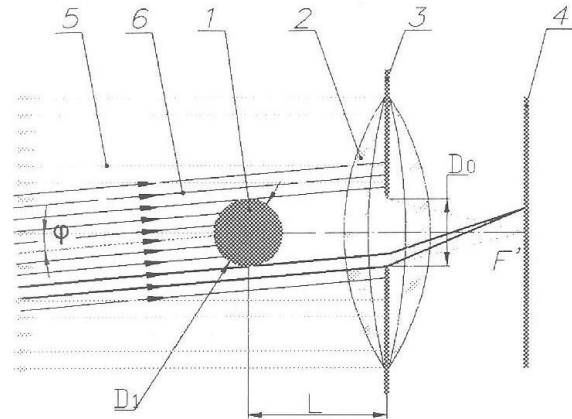
FIELD: physics, optics.

SUBSTANCE: invention relates to passive optical location. The proposed method comprises forming an actual optical image of space with the help of adjustable-diaphragm lens on the surface of matrix photo recorder of optical radiation. Note here that a small-size screen, its diametre not exceeding that of the lens diaphragm, is placed ahead of optical path lens when the upper limit of photo recorder sensitivity range is oversized on irradiating it with light.

EFFECT: reliable observation of space against background of bright distant light source, detection of object in recorded image in halo of distant light

source.

7 cl, 11 dwg



Фиг. 1

RU 2 3 5 6 0 6 6 C 2

RU 2 3 5 6 0 6 6 C 2

Изобретение относится к средствам пассивной оптической локации, а более конкретно к обнаружению объектов на фоне яркого удаленного источника света.

Известен способ наблюдения за пространством в присутствии фоновых засветок (патент США №322591, кл. 350-10, 1965). В известном техническом решении  
5 используется способ исключения фоновых объектов (звезд) путем экранирования некоторых участков изображения непосредственно в оптическом тракте поисковой системы. Основную часть системы составляет прозрачная сфера с нанесенными на ней непрозрачными изображениями наиболее ярких звезд. После ориентации оси сферы в  
10 направлении оси вращения Земли вспомогательный часовой механизм вращает сферу синхронно с вращением Земли. Изображение участка звездного неба фокусируется на поверхность прозрачной сферы и затем направляется к ее геометрическому центру, откуда при помощи призм передается на вход элемента, воспринимающего  
15 оптическое излучение.

Недостатками данного способа является:

- низкая обзорность вследствие полного (не адаптивного) затенения области ореола - области, непосредственно примыкающей к яркому удаленному источнику света (ЯУИС);
- 20 - относительная сложность конструкции, связанная с необходимостью ориентации сферы по оси вращения Земли и синхронизация ее вращения с вращением Земли;
- невозможность экранирования ЯУИС при априорно неизвестном его положении;
- невысокая точность, обусловленная погрешностями выполнения сферической маски.

Известен способ наблюдения за пространством (Физический энциклопедический словарь. - М.: Советская энциклопедия, 1984, с.480), заключающийся в формировании  
25 действительного оптического изображения пространства объективом с регулируемой диафрагмой на поверхности матричного фотозлектрического приемника оптического излучения. Этот способ положен в основу цифровой фото- и видеосъемки. Однако при  
30 необходимости вести наблюдение за пространством на фоне ЯУИС (Солнце) возникают проблемы, связанные с возможностью повреждения матричного фотоприемного устройства (ФПУ) при воздействии на него светового излучения большой интенсивности; а также с неразличимостью объектов на регистрируемом  
35 изображении в области ореола. Попытки устранения перечисленных проблем, связанные с установкой нейтральных, монохроматических и градиентных светофильтров перед объективом оптического тракта, не приводят к требуемому результату.

Задача изобретения: создание способа наблюдения за пространством,  
40 позволяющего с помощью цифровой фото- и видеорегирующей аппаратуры обеспечивать надежное наблюдение за пространством, в том числе и на фоне ЯУИС, а также обеспечивать возможность выявления объектов на регистрируемом изображении в области ореола ЯУИС.

Поставленная задача достигается тем, что в способе наблюдения за пространством, заключающемся в формировании действительного оптического изображения  
45 пространства объективом с регулируемой диафрагмой на поверхности матричного фотозлектрического приемника оптического излучения, согласно изобретению при превышении верхней границы динамического диапазона чувствительности  
50 используемого фоторегистратора (при воздействии на него яркого удаленного источника света - ЯУИС) перед объективом оптического тракта в направлении на ЯУИС устанавливается малоразмерный экран, диаметр которого не превышает

диаметра диафрагмы объектива, и путем изменения диаметра диафрагмы объектива и/или геометрических характеристик малоразмерного экрана и/или оптических характеристик малоразмерного экрана формируют изображение затеняемого источника света и окружающего его ореола таким образом, чтобы источник света был затенен полностью, а интенсивность светового потока в ореоле не превышала максимальной величины динамического диапазона чувствительности фоторегистратора и обеспечивала надежное распознавание появляющихся объектов на контролируемом участке пространства.

Техническая сущность способа заключается в экранировании прямых плоскопараллельных и части рассеянных в атмосфере лучей от ЯУИС (Солнца, Луны) диафрагмой объектива оптической системы и малоразмерным экраном, помещенным перед объективом и сориентированным на направление ЯУИС, для обеспечения регистрации в заданном динамическом диапазоне чувствительности фотоприемного устройства.

На фиг.1, 2 представлены принципиальные схемы экранирования лучей от ЯУИС, где:

- 1 - экран (непрозрачный шар, фиг.1; градиентный диск, фиг.2);
- 2 - объектив;
- 3 - диафрагма;
- 4 - фотоприемное устройство (ФПУ);
- 5 - прямые плоскопараллельные лучи от ЯУИС;
- 6 - рассеянные в атмосфере лучи от ЯУИС.

На фиг.3 представлен внешний вид варианта исполнения устройства (по принципиальной схеме фиг.1) для наблюдения пространства на фоне ЯУИС, где (7) - механизм системы ориентирования экрана (1).

На фиг.4А показано изображение пространства, снятое на фоне ЯУИС; на фиг.4Б - изображение с частично экранированным излучением от ЯУИС; на фиг.4В - увеличенный фрагмент изображения в области ореола с обнаруженным объектом.

На фиг.5 представлены изображения Солнца, снятые при различных метеоусловиях.

На фиг.6, 7, 8 изображены графики зависимости  $n(\varphi)$  степени ослабления светового потока ЯУИС (лучи 5, 6) от угла ( $\varphi$ ) рассеяния в атмосфере лучей (6), при различных геометрических характеристиках экрана (1) (принципиальная схема, фиг.1).

На фиг.9 представлена блок-схема варианта устройства, реализующего предложенный способ наблюдения за пространством на фоне ЯУИС, где:

- 7 - исполнительный механизм системы ориентирования и управления геометрическими, оптическими характеристиками экрана;
- 8 - исполнительный механизм системы открытия диафрагмы;
- 9 - блок управления устройством.

На фиг.10 показан алгоритм способа, реализующийся с помощью устройств, принципиальные схемы которых показаны на фиг.1, 2.

На фиг.11 представлен внешний вид варианта исполнения устройства (по принципиальной схеме фиг.1) для наблюдения пространства на фоне ЯУИС, где (1) - тонкий непрозрачный малоразмерный диск.

Способ реализуется следующим образом. Прямые плоскопараллельные лучи (5) от ЯУИС фокусируются в точку (засвеченная область) на фотоприемном устройстве. Для их полного экранирования необходимо, чтобы размер открытия диафрагмы (3) не превышал геометрической тени от экрана (1), проецируемой на линзу объектива (2) прямыми плоскопараллельными лучами (5) (фиг.1, 2).

Рассеянные лучи (6) от ЯУИС образуют на регистрируемом изображении яркий ореол (фиг.4А), на фоне которого объекты (летательные аппараты и т.д.) неразличимы. При экранировании диафрагмой и экраном (фиг.1, 2) части рассеянных лучей (6) от ЯУИС понижается их интенсивность на регистрируемом изображении в области ореола (фиг.4Б) до динамического диапазона чувствительности, вследствие чего фоновые объекты в ореоле становятся различимыми (фиг.4В).

С целью увеличения обзорности оптической системы необходима адаптация экранирования ЯУИС в области ореола под изменяющиеся условия съемки (различные метеоусловия, фиг.5).

Процесс адаптации заключается в итерационном подборе степени ослабления светового потока ( $n(\varphi) \leq 1$ ) от угла рассеяния ( $\varphi$ ) (фиг.1, 2), при которой интенсивность ( $I(\varphi)$ ) ослабленного светового потока лучей не превышает максимума динамического диапазона чувствительности ФПУ ( $I_{\max}$ ):

$$I(\varphi) = I_0(\varphi) \cdot n(\varphi) \leq I_{\max}$$

$$n(\varphi) = \frac{I(\varphi)}{I_0(\varphi)} \quad (1)$$

где  $I_0(\varphi)$  - начальная интенсивность светового потока лучей, рассеянных под углом ( $\varphi$ );

Адаптация обеспечивается отдельным или совместным изменением следующих параметров;

1. диаметра ( $D_0$ ) - открытие диафрагмы (3);
2. расстояния ( $L$ ) от экрана (1) до объектива (2);
3. диаметра ( $D_1$ ) экрана (1);
4. градиента ослабления экрана (1) (градиент тип 1, тип 2, ...), фиг.2

Так как интенсивность ( $I(\varphi)$ ) рассеянных лучей (6) зависит от угла рассеяния ( $\varphi$ ) (чем больше ( $\varphi$ ), тем меньше ( $I$ )), то степень ослабления светового потока ( $n(\varphi)$ ) - градиент ослабления, уменьшается от геометрического центра экрана к его периферийным участкам.

Зависимости степени ослабления светового потока ( $n(\varphi)$ ) для принципиальной схемы (фиг.1) экранирования лучей от ЯУИС диафрагмой (3) и непрозрачным шаром (1) приведены на:

- фиг.6 при постоянных ( $L, D_1$ ) и изменяющемся диаметре ( $D_0$ );
- фиг.7 при постоянных ( $D_0, D_1$ ) и изменяющемся расстоянии ( $L$ );
- фиг.8 при постоянных ( $L, D_0$ ) и изменяющемся диаметре ( $D_1$ ).

Блок-схема варианта устройства, реализующего предложенный способ наблюдения за пространством на фоне ЯУИС, представлена на фиг.9.

Регистрируемое ФПУ (4) изображение, формируемое системой - экран (1), объектив (2), диафрагма (3), передается для автоматической обработки на блок управления (9). Блок (9) управляет процессом экранирования излучения от ЯУИС посредством связанных с ним двух исполнительных механизмов (7) и (8). Исполнительный механизм (7), управляемый блоком (9), ориентирует и выставляет требуемые параметры (геометрические и/или оптические) малоразмерного экрана (1). Исполнительный механизм (8), управляемый блоком (9), выставляет требуемое открытие диафрагмы (3) объектива(2).

Один из вариантов устройства (фиг.2) позволяет адаптировать экранирование ЯУИС в области ореола под изменяющиеся условия съемки посредством регулировки

параметров ( $L, D_0$ ). Данное устройство может состоять из электронного блока (9) управления устройством, экрана (1) - непрозрачного малоразмерного шара, расположенного на тонком механическом подвесе (7), перед каналом регистрации, состоящим из объектива (2) с регулируемой (механизмом (8)) диафрагмой (2) и ФПУ (4). Механический подвес (7) (фиг.2) может перемещать непрозрачный малоразмерный шар (1) по горизонтали и вертикали, а также приближать и отдалять его относительно объектива (2).

Другой вариант устройства (фиг.11) позволяет адаптировать экранирование ЯУИС в области ореола под изменяющиеся условия съемки посредством регулировки параметров ( $L, D_0$ ), а также изменения геометрической тени экрана (1), проецируемой на объектив (2) от ЯУИС (изменение  $D_1$  в одном из направлений проекции диска (1), за счет поворота его относительно продольной оси). Данное устройство может состоять из электронного блока управления (9) устройством, экрана (1) - непрозрачного тонкого малоразмерного диска, расположенного на тонком механическом подвесе (7), перед каналом регистрации, состоящем из объектива (2) с регулируемой (механизмом 8) диафрагмой (2) и ФПУ (4). Механический подвес (7) (фиг.11) может перемещать непрозрачный малоразмерный диск (1) по горизонтали и вертикали, приближать и отдалять его относительно объектива (2), а также вращать вокруг продольной оси диска.

Третий вариант устройства позволяет адаптировать экранирование ЯУИС в области ореола под изменяющиеся условия съемки посредством регулировки параметров ( $L, D_0, D_1$ ), а также изменения градиента ослабления светового потока экрана (1). Данное устройство может состоять из электронного блока управления (9) устройством, экрана (1) - малоразмерной прозрачной жидкокристаллической панели в форме диска (с изменяемым в каждой ее ячейки в отдельности светопропусканием), расположенного на тонком механическом подвесе (7) перед каналом регистрации, состоящим из объектива (2) с регулируемой (механизмом (8)) диафрагмой (2) и ФПУ (4). Механический подвес (7) может перемещать экран (1) по горизонтали и вертикали, приближать и отдалять его относительно объектива (2), а также вращать вокруг продольной оси экрана (1).

Алгоритм способа реализуется с помощью любого из указанных устройств следующим образом (фиг.10):

1. Первоначальное положение: экран (1) убран механизмом (7) за пределы углов обзора объектива (2).

2. Производится регистрация изображения, формируемого объективом (2), на ФПУ (4).

3. Производится обработка регистрируемого изображения блоком (9): находится максимум интенсивности на изображении ( $I_{XY}$ ) и сравнивается с максимумом ( $I_{max}$ ) динамического диапазона чувствительности ФПУ (4).

Если ( $I_{XY} < I_{max}$ ), то повторяются процессы 2, 3.

Если ( $I_{XY} \geq I_{max}$ ), то выполняются следующие процессы:

4. Блок (9) определяет направление на ЯУИС; вычисляет необходимые подвижки [сигнал 1] для ориентирования экрана (1) механизмом (7) на направление ЯУИС; вычисляет необходимое открытие диафрагмы (3) [сигнал 2] механизмом (8) (чтобы оно не превышало геометрической тени от экрана (1), проецируемой на линзу объектива (2) прямыми плоскопараллельными лучами (5)); формирует и передает сигналы [1] и [2] на исполнительные механизмы (7) и (8), соответственно.

5. Исполнительный механизм (7) устанавливает экран (1) перед объективом (2) на направление ЯУИС [сигнал 1]. Исполнительный механизм (8) выставляет диафрагму (3) объектива (2) в требуемое положение [сигнал 2].

6. Производится регистрация изображения, формируемого объективом (2), на ФПУ (4).

7. Блок (9) обрабатывает регистрируемое изображение; вычисляет ( $D_0$ ) необходимое открытие диафрагмы (3) [сигнал 3] механизмом (8) и регулируемые параметры ( $[L, D_1, \text{градиент ослабления}]$ , в зависимости от варианта исполнения) экрана (1) [сигнал 4], выставляемые механизмом (7) для экранирования рассеянных лучей (5) с целью понижения интенсивности светового потока на регистрируемом изображении в области ореола до динамического диапазона чувствительности ФПУ (4); формирует и передает сигналы [3], [4] на исполнительные механизмы (8) и (7), соответственно.

8. Исполнительный механизм (7) устанавливает регулируемые параметры ( $L, D_1, \text{градиент ослабления}$ ) экрана (1) [сигнал 4]. Исполнительный механизм (8) выставляет требуемое открытие диафрагмы (3) объектива (2) ( $D_0$ , [сигнал 3]).

9. Производится регистрация ФПУ (4) изображения, формируемого объективом (2).

Если ( $I_{XY} \geq I_{\max}$ ), то повторяются процессы 7, 8, 9.

Если ( $I_{XY} < I_{\max}$ ), то повторяются процессы, начиная со 2-го.

Время, затрачиваемое на выполнение процессов (п.3-9 алгоритма), направленных на экранирование излучения от ЯУИС, не должно превышать времени, за которое произойдут (могут произойти) значительные изменения местоположения ЯУИС на регистрируемом изображении и/или интенсивности излучения  $I(\varphi)$  от ЯУИС.

В случае изменения интенсивности  $I(\varphi)$  ЯУИС (время изменения больше, чем длительность п.3-9 алгоритма), определяемого по общему уровню освещенности пространства на регистрируемом изображении, происходит совместная или раздельная подстройка параметров  $[L, D_0, D_1, \text{градиента ослабления}]$  аналогично процессам 7, 8.

При отсутствии на регистрируемом изображении (регистрация проводится при  $n(\varphi) \rightarrow 1$ ) превышения верхней границы диапазона чувствительности используемого ФПУ (4) система приводится в первоначальное положение (п.1 алгоритма).

Из вышеизложенного следует, что способ по предлагаемому изобретению в сравнении с прототипом обладает следующими преимуществами:

- предохранение ФПУ от его возможного повреждения, наносимого световым потоком большой интенсивности от ЯУИС;

- увеличение обзорности относительно прототипа вследствие адаптивности экранирования динамически изменяющихся ЯУИС (фиг.5) в результате совместной или отдельной подстройки параметров ( $L, D_0, D_1, \text{градиент ослабления}$  малоразмерного экрана, фиг.6, 7, 8);

- увеличение точности относительно прототипа вследствие возможности наблюдения объектов на регистрируемом изображении в области ореола (фиг.4).

#### Формула изобретения

1. Способ наблюдения за пространством на фоне яркого удаленного источника света, заключающийся в формировании действительного оптического изображения пространства объективом с регулируемой диафрагмой на поверхности матричного фоторегистратора оптического излучения, отличающийся тем, что при превышении верхней границы диапазона чувствительности используемого фоторегистратора при

воздействии на него источника света перед объективом оптического тракта в направлении на источник света устанавливают малоразмерный экран, диаметр которого не превышает диаметра диафрагмы объектива, и путем изменения диаметра диафрагмы объектива, и/или геометрических характеристик малоразмерного экрана, и/или оптических характеристик малоразмерного экрана формируют изображение затеняемого источника света и окружающего его ореола таким образом, чтобы источник света был затенен полностью, а интенсивность светового потока в ореоле не превышала максимальной величины динамического диапазона чувствительности фоторегистратора и обеспечивала надежное распознавание появляющихся объектов на контролируемом участке пространства.

2. Способ наблюдения за пространством на фоне яркого удаленного источника света по п.1, отличающийся тем, что по результатам видеорегистрации выбирают необходимое расстояние от экрана до объектива.

3. Способ наблюдения за пространством на фоне яркого удаленного источника света по п.1, отличающийся тем, что по результатам видеорегистрации изменяют геометрическую тень экрана, проецируемую на объектив от яркого удаленного источника света, например, путем поворота экрана вокруг своей оси на необходимый угол.

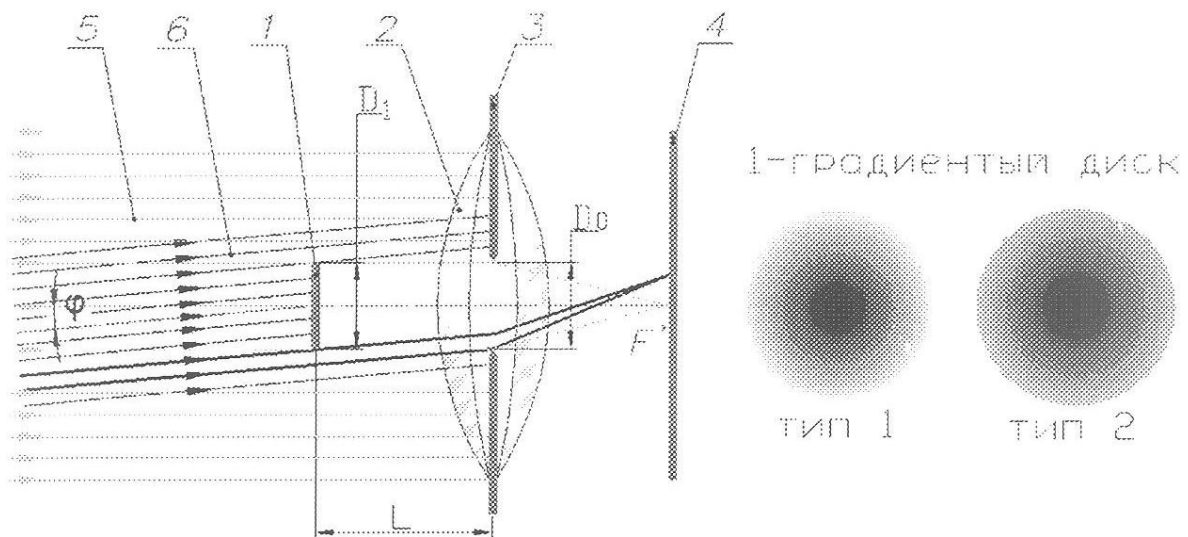
4. Способ наблюдения за пространством на фоне яркого удаленного источника света по п.1, отличающийся тем, что по результатам видеорегистрации изменяют светопропускание экрана или его составных частей, например, путем использования жидкокристаллического экрана или другого прозрачного ячеистого экрана с изменяемыми (в каждой ячейке в отдельности) оптическими свойствами.

5. Способ наблюдения за пространством на фоне яркого удаленного источника света по п.4, отличающийся тем, что светопропускание экрана уменьшают в большей степени в геометрическом центре экрана относительно его периферийных участков.

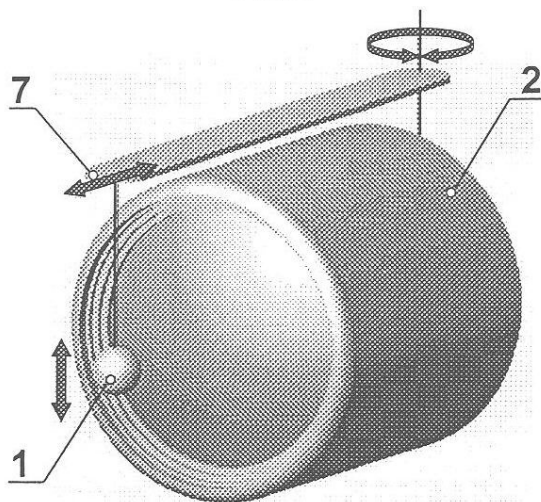
6. Способ наблюдения за пространством на фоне яркого удаленного источника света по п.1, отличающийся тем, что экран устанавливают перед объективом оптического тракта только при превышении на регистрируемом изображении верхней границы диапазона чувствительности используемого фоторегистратора при воздействии на него источника света.

7. Способ по п.1, отличающийся тем, что регулируемые характеристики экрана и его положение перед объективом, а также диаметр диафрагмы объектива изменяют по мере изменения текущего местоположения источника света на регистрируемом изображении и/или интенсивности излучения источника света.

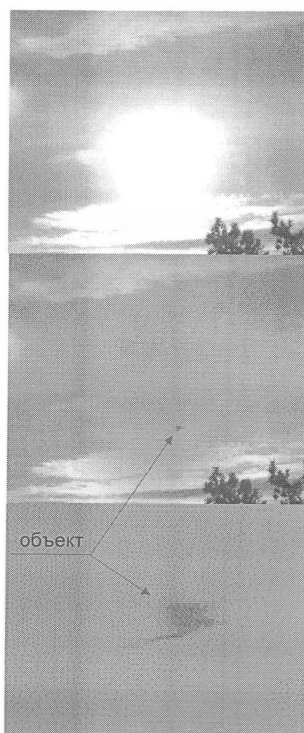




Фиг.2



Фиг.3

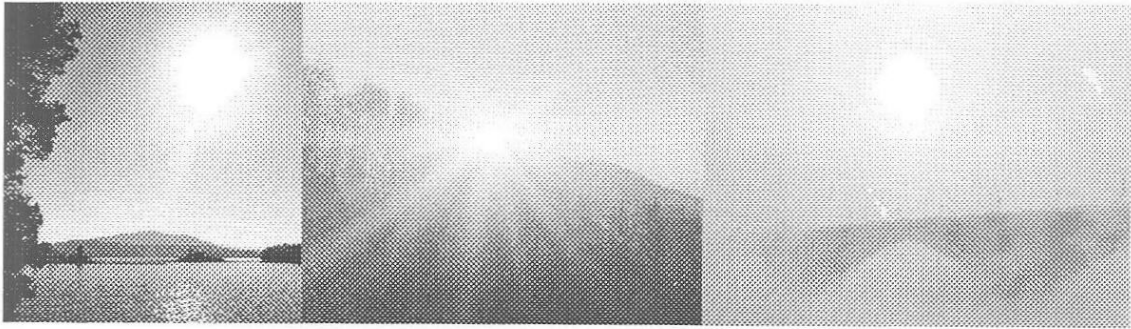


А) Исходный режим регистрации изображения (без экранирования ЯУИС)

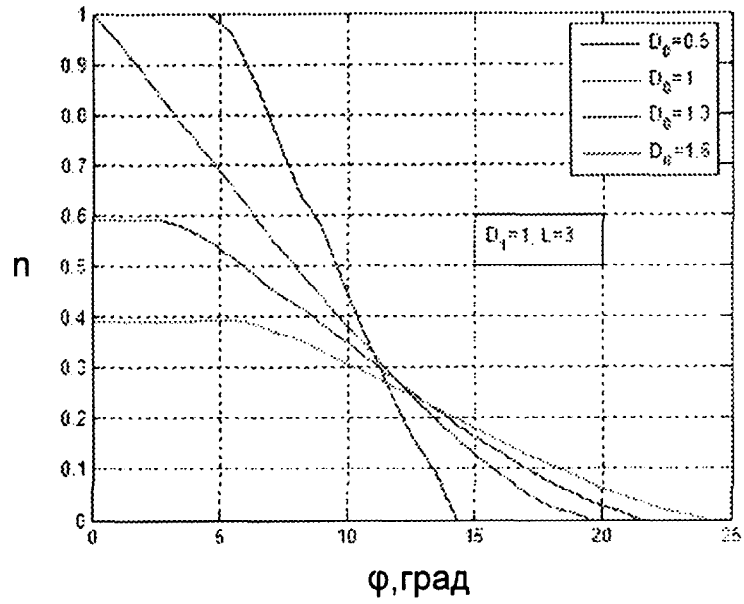
Б) Регистрация с экранированием ЯУИС

В) Увеличенный фрагмент изображения с обнаруженным объектом

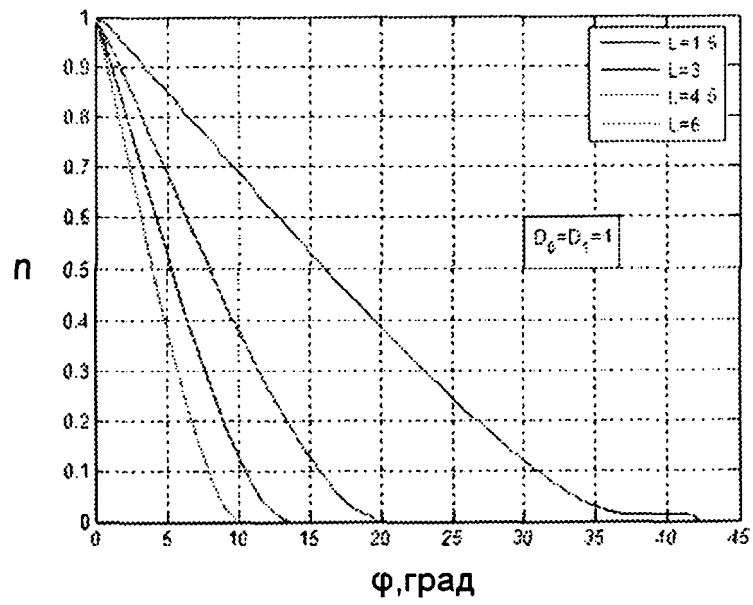
Фиг.4



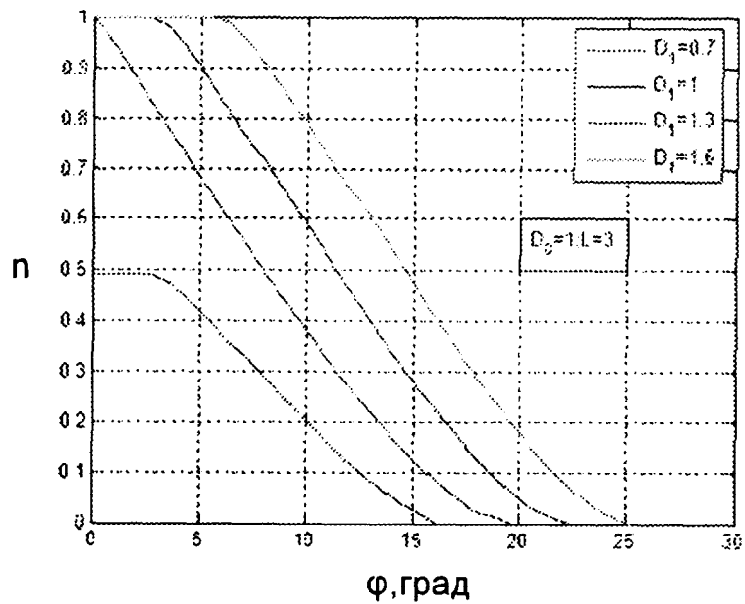
Фиг. 5



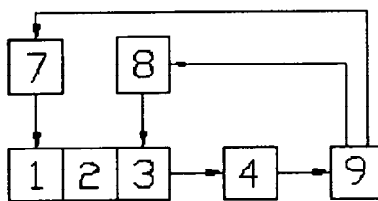
Фиг. 6



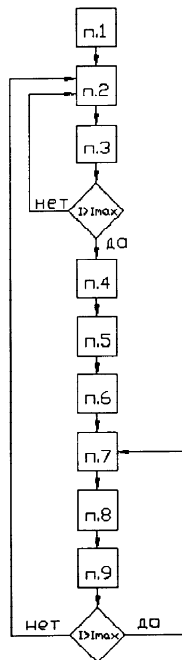
Фиг. 7



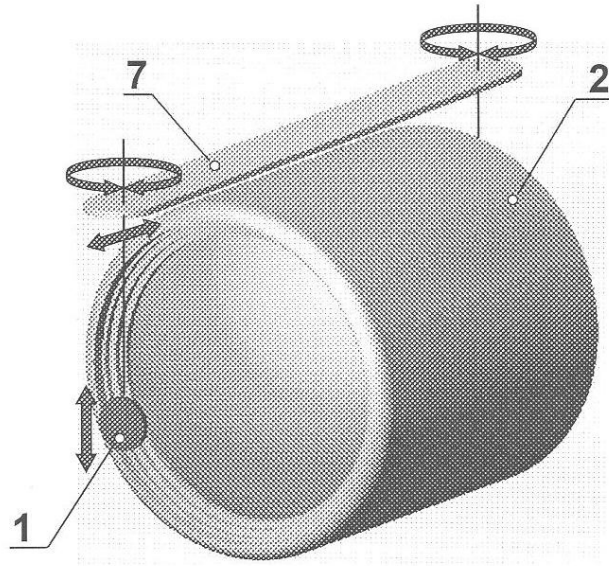
Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10



Фиг.11