

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2617799

### НАВИГАЦИОННЫЙ РАДИООПТИЧЕСКИЙ ГРУППОВОЙ ОТРАЖАТЕЛЬ КРУГОВОГО ДЕЙСТВИЯ

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники" (ТУСУР) (RU)*

Авторы: *Блинковский Николай Константинович (RU), Гулько Владимир Леонидович (RU), Крутиков Михаил Владимирович (RU), Мещеряков Александр Алексеевич (RU)*

Заявка № 2015146737

Приоритет изобретения 29 октября 2015 г.

Дата государственной регистрации в  
Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 26 апреля 2017 г.

Срок действия исключительного права  
на изобретение истекает 29 октября 2035 г.

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев







(51) МПК  
*H01Q 15/18* (2006.01)  
*B63B 22/16* (2006.01)  
*G01S 1/70* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2015146737, 29.10.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
 29.10.2015

Дата регистрации:  
 26.04.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 29.10.2015

(45) Опубликовано: 26.04.2017 Бюл. № 12

Адрес для переписки:  
 634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, ТУСУР,  
 патентно-информационный отдел

(72) Автор(ы):

Блинковский Николай Константинович (RU),  
 Гулько Владимир Леонидович (RU),  
 Крутиков Михаил Владимирович (RU),  
 Мещеряков Александр Алексеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
 образовательное учреждение высшего  
 профессионального образования "Томский  
 государственный университет систем  
 управления и радиоэлектроники" (ТУСУР)  
 (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
 о поиске: SU 157230 A1, 25.09.1963. UA 22069  
 A, 30.04.1998. JP H09221097 A, 26.08.1997. US  
 4148033 A1, 03.04.1979.

(54) НАВИГАЦИОННЫЙ РАДИООПТИЧЕСКИЙ ГРУППОВОЙ ОТРАЖАТЕЛЬ КРУГОВОГО  
 ДЕЙСТВИЯ

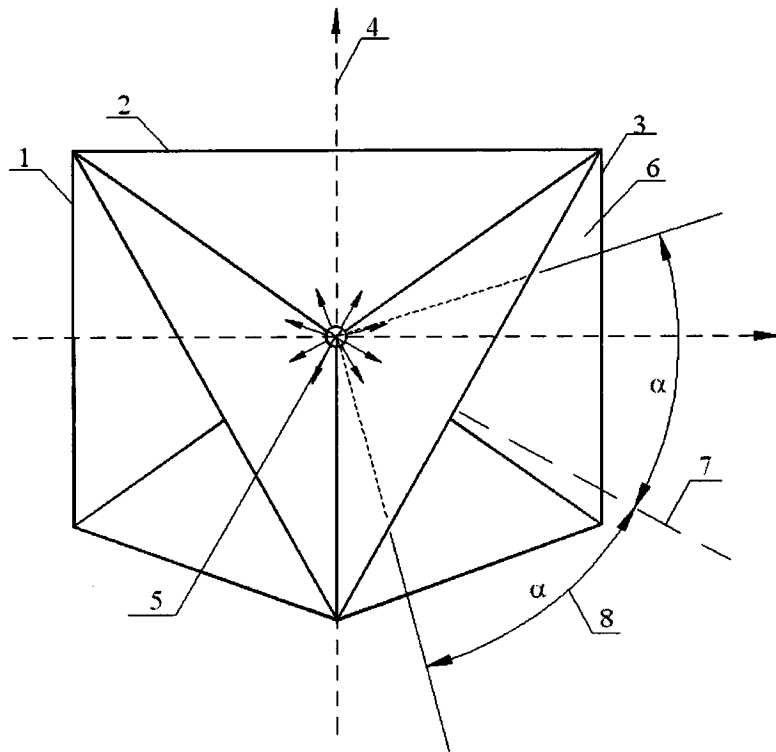
(57) Реферат:

Навигационный радиооптический групповой отражатель кругового действия в горизонтальной плоскости представляет собой групповой радиолокационный отражатель, содержащий восемь трехгранных радиолокационных угловых отражателей с равными треугольными гранями, шесть из которых расположены вокруг вертикальной оси, проходящей через их вершины, формирующих круговую диаграмму рассеяния. В вершинах трехгранных радиолокационных угловых отражателей установлены источники света, выполненные в виде светоизлучающих диодов, формирующих круговую диаграмму

светорассеяния. Источники света питаются от источника постоянного тока и управляются фотоавтоматом управления сигнальным огнем. Технический результат заключается в расширении функциональных возможностей, обусловленных одновременной работой радиооптического группового отражателя не только в радиолокационном диапазоне волн, но и в оптическом диапазоне волн, обеспечивая подачу всенаправленных в горизонтальной плоскости светосигнальных огней в темное время суток. 5 ил.

RU 2 617 799 C1

RU 2 617 799 C1



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*H01Q 15/18* (2006.01)  
*B63B 22/16* (2006.01)  
*G01S 1/70* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2015146737, 29.10.2015**

(24) Effective date for property rights:  
**29.10.2015**

Registration date:  
**26.04.2017**

Priority:

(22) Date of filing: **29.10.2015**

(45) Date of publication: **26.04.2017** Bull. № 12

Mail address:

**634050, g. Tomsk, pr. Lenina, 40, TUSUR, patentno-informatsionnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Blinkovskij Nikolaj Konstantinovich (RU),  
Gulko Vladimir Leonidovich (RU),  
Krutikov Mikhail Vladimirovich (RU),  
Meshcheryakov Aleksandr Alekseevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
professionalnogo obrazovaniya "Tomskij  
gosudarstvennyj universitet sistem upravleniya  
i radioelektroniki" (TUSUR) (RU)**

(54) **NAVIGATION RADIO-OPTICAL GROUP REFLECTOR OF CIRCULAR ACTION**

(57) Abstract:

FIELD: physics.

SUBSTANCE: navigation radio-optical group reflector of the circular action in the horizontal plane, is a group radar reflector having eight trihedral radar corner reflectors with equal triangular faces, six of which are located around the vertical axis passing through their tops, forming a circular scattering pattern. The light sources are installed at the tops of the trihedral radar corner reflectors, made in the form of the light emitting diodes forming a circular light scattering

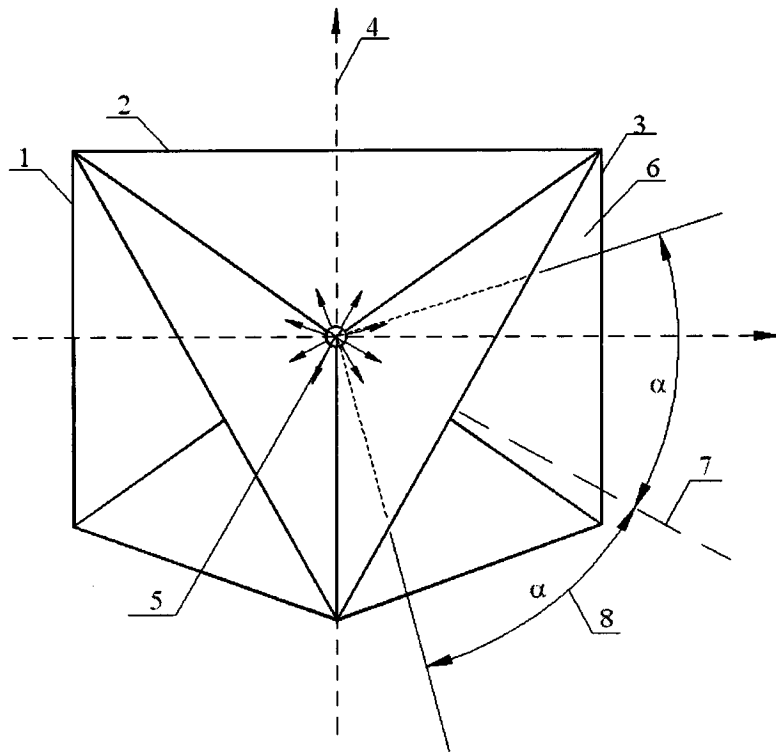
pattern. The light sources are powered from the DC source and controlled by the signal fire controlling photo booth.

EFFECT: expanding the functionality due to the simultaneous operation of the radio-optical group reflector not only in the radar wavelength range, but also in the optical wavelength range, providing supply of the omnidirectional obstacle lights in the dark in the horizontal plane.

5 dwg

RU 2 617 799 C1

RU 2 617 799 C1



Фиг. 1

Изобретение относится к навигации и может использоваться в качестве эффективного и недорогого средства навигационного оборудования, устанавливаемого на плавучих морских и речных буях для обозначения фарватера или кромки судоходного канала одновременно в радиолокационном и оптическом диапазонах волн.

5 Известно [1-3], что в радиолокационном диапазоне волн для увеличения радиолокационной дальности видимости плавучих буев на них устанавливаются радиолокационные трехгранные уголкового отражатели. Также известно [2, 3], что для  
10 получения круговой (всеполюсной) в горизонтальной плоскости диаграммы обратного рассеяния сигналов судовых РЛС трехгранные уголкового отражатели объединяются в группы из четырех, шести или восьми трехгранных уголкового  
15 отражателей с квадратными, секторными или треугольными отражающими гранями. При этом под диаграммой обратного рассеяния (или индикатрисой обратного рассеяния) понимается зависимость изменения эффективной поверхности рассеяния (ЭПР) от  
20 отражателя от его ориентации относительно судовой РЛС в двух взаимно перпендикулярных горизонтальной и вертикальной плоскостях [2].

Известен групповой радиолокационный отражатель с всеполюсной в горизонтальной плоскости диаграммой рассеяния, состоящий из восьми трехгранных уголкового отражателей с квадратной формой грани, образованный путем соединения  
25 трех металлических или металлизированных квадратных листов, перпендикулярных друг другу [2, 3]. При этом максимальная ЭПР  $\sigma_m$  основного лепестка диаграммы обратного рассеяния каждого из уголкового отражателей, входящих в группу с  
30 квадратной формой грани, в направлении электрической оси, проходящей через фазовый центр рассеяния отражателя, находящийся в его вершине, перпендикулярно плоскости раскрытия, определяется по формуле [2]

$$25 \quad \sigma_m = \frac{12\pi a^4}{\lambda^2}, \quad (1)$$

где  $a$  - длина ребра уголка,

$\lambda$  - длина волны судовой РЛС,

30 а ширина основного лепестка диаграммы обратного рассеяния на уровне  $0,5\sigma_m$  в горизонтальной и вертикальной плоскостях составляют величину [2]

$$40 \quad \Delta\varphi_{0,5} \approx 32^\circ. \quad (2)$$

Недостаток группового радиолокационного отражателя с квадратной формой грани заключается в ограниченных функциональных возможностях, проявляющихся в том,  
35 что он работает только в радиолокационном диапазоне длин волн, выполняя только функции пассивного отражателя электромагнитных волн, излучаемых судовой РЛС, и не обладает функциями активного источника света с всеполюсной в горизонтальной плоскости характеристикой светорассеяния в оптическом диапазоне  
40 длин волн.

Известен групповой радиолокационный отражатель с круговой в горизонтальной плоскости диаграммой рассеяния, состоящий из четырех трехгранных уголкового отражателей с секторными (полукруглыми) гранями, расположенных по кругу в  
45 горизонтальной плоскости [2, 3]. Максимальная ЭПР  $\sigma_m$  основного (главного) лепестка диаграммы обратного рассеяния каждого из четырех уголкового отражателей, входящих в группу с секторной формой грани, в направлении электрической оси, проходящей через фазовый центр рассеяния отражателя перпендикулярно плоскости его раскрытия, определяется по формуле [2]

$$\sigma_{\text{м}} = \frac{16\pi a^4}{3\lambda^2}, \quad (3)$$

где  $a$  - длина ребра уголка,  
 $\lambda$  - длина волны судовой РЛС.

При этом ширина основного лепестка диаграммы обратного рассеяния каждого из уголков, входящих в группу с секторной формой граней на уровне  $0,5\sigma_{\text{м}}$  в горизонтальной и вертикальной плоскостях, составляет величину [2]

$$\Delta\varphi_{0,5} \approx 39^\circ \quad (4)$$

Недостаток группового радиолокационного отражателя с секторной формой граней заключается в ограниченных функциональных возможностях. Последнее обусловлено тем, что групповой отражатель с секторной формой граней используется в навигации только в радиолокационном диапазоне длин волн и выполняет функции пассивного всенаправленного в горизонтальной плоскости отражателя электромагнитных волн, излучаемых судовой РЛС с любых направлений, и не выполняет функции активного источника светосигнальных огней с всенаправленной в горизонтальной плоскости характеристикой светорассеяния в оптическом диапазоне длин волн в темное время суток.

Наиболее близким по совокупности признаков к заявленному навигационному радиооптическому групповому отражателю кругового действия является радиолокационный групповой отражатель кругового (всенаправленного) в горизонтальной плоскости действия, состоящий из восьми трехгранных уголковых отражателей с равными треугольными металлическими или металлизированными взаимно перпендикулярными отражающими гранями [2, 3]. При этом фазовые центры рассеяния всех трехгранных уголковых отражателей, входящих в группу, совпадают и находятся в их вершинах, а плоскости раскрывов отдельных трехгранных уголковых отражателей образуют типовую фигуру в виде октаэдра [2].

Известно [3, 4], что для получения равномерной всенаправленной в горизонтальной плоскости диаграммы рассеяния групповой восьмиуголковый отражатель необходимо располагать так, чтобы плоскости раскрывов двух противоположно направленных вверх и вниз трехгранных уголковых отражателей, входящих в группу, совпадали с горизонтальной плоскостью и были перпендикулярны вертикальной оси, проходящей через их фазовые центры рассеяния. А шесть других трехгранных уголковых отражателей, входящих в группу, соответственно располагаются вокруг вертикальной оси, проходящей также через их фазовые центры рассеяния, которые и формируют равномерную всенаправленную в горизонтальной плоскости диаграмму рассеяния при облучении их судовой РЛС с любых направлений. При этом плоскости раскрывов каждого из шести трехгранных уголковых отражателей поочередно смещены относительно вертикальной оси в ту или другую сторону на угол, определяемый числом отражателей в группе. Соответственно их электрические оси или направления, в которых ЭПР каждого из шести отражателей максимальна  $\sigma_{\text{м}}$ , также смещены относительно вертикальной оси, проходящей через их фазовые центры рассеяния, и совпадают с геометрическими осями, проходящими через их вершины перпендикулярно плоскости раскрыва соответствующего отражателя.

Работа радиолокационного группового восьмиугольного отражателя с треугольными отражающими гранями заключается в следующем.

При падении электромагнитной волны, излучаемой судовой РЛС, на любой из шести трехгранных уголковых отражателей, формирующих круговую диаграмму рассеяния



в горизонтальной плоскости, после трехкратного отражения формируется волна, распространяющаяся в направлении, обратном направлению падения. При этом трехкратное отражение имеет место, как известно в [2, 3], в области главного лепестка диаграммы рассеяния и максимум диаграммы трехгранного уголкового отражателя или максимум ЭПР  $\sigma_m$  соответствует случаю, когда направление падающей электромагнитной волны совпадает с электрической осью или геометрической осью симметрии отражателя, проходящей через вершину перпендикулярно плоскости его раскрытия - главной осью обратного рассеяния. При этом ЭПР любого трехгранного уголкового отражателя с треугольными отражающими гранями, входящего в группу из шести отражателей, формирующих круговую диаграмму рассеяния, в максимуме основного лепестка диаграммы обратного рассеяния при условии, что отражающие треугольные грани достаточно велики по сравнению с длиной волны и отражающие грани взаимно перпендикулярны, равна [2]

$$\sigma_m = \frac{4\pi a^4}{3\lambda^2}, \quad (5)$$

где  $a$  - размер ребра в [м],

$\lambda$  - длина волны в [м],

а его ширина на уровне  $0,5\sigma_m$  относительно электрической оси, проходящей через вершину трехгранного уголкового отражателя перпендикулярно плоскости его раскрытия составляет величину в горизонтальной и вертикальной плоскостях [2]

$$\Delta\varphi_{0,5} \approx 42^\circ. \quad (6)$$

Как следует из (1) и (3), а также из (2) и (4), ЭПР отдельного трехгранного уголкового отражателя с треугольными гранями, входящего в группу, меньше ЭПР трехгранных уголкового отражателей с прямоугольной и секторной формами граней, но зато, как следует из (6), имеет большую ширину диаграммы обратного рассеяния, что приобретает первостепенное значение при формировании круговой диаграммы рассеяния группового отражателя. Также групповой отражатель с треугольными гранями обладает конструктивными преимуществами - простотой изготовления и механической жесткостью, а также имеет меньшие габариты и вес, что немало важно при установке его на плавучий буй. Кроме того, тот факт, что плоскости раскрытий отдельных трехгранных уголкового отражателей, входящих в группу, смещены относительно вертикали в ту или другую сторону, в силу того, что длина ребер всех треугольных граней выбрана одинаковой, позволяет оптимальным образом организовать работу группового отражателя в условиях качки буя, на котором он установлен. Последнее обусловлено тем, что падающие на него электромагнитные волны будут отражать тот или иной трехгранный уголкового отражатель, входящий в группу.

Вместе с достоинствами групповой восьмиуголковый радиолокационный отражатель с треугольными гранями обладает существенным недостатком - его функциональные возможности ограничены, поскольку работает только в радиолокационном диапазоне длин волн, выполняя функции пассивного всенаправленного отражателя электромагнитных волн и не способен выполнять функции активного всенаправленного в горизонтальной плоскости источника излучения светосигнальных огней в оптическом диапазоне волн в темное время суток, что ограничивает его функциональные возможности при установке группового радиолокационного отражателя на плавучем бую.

На фиг. 1 представлен навигационный радиооптический групповой отражатель

кругового действия, вид спереди, где обозначено: 1, 2, 3 - соответственно первый, второй и третий радиооптические трехгранные уголкового отражатели с равными треугольными гранями, входящие в группу из шести радиооптических отражателей, формирующих круговую в горизонтальной плоскости диаграмму рассеяния, и расположенные вокруг вертикальной оси 4, проходящей через их вершины перпендикулярно горизонтальной плоскости; 5 - источник света, расположенный в вершине второго радиооптического отражателя, которая одновременно является его фокусом в оптическом диапазоне волн и фазовым центром рассеяния в радиолокационном диапазоне волн (источники света 1 и 3 радиооптического отражателя не показаны); 6 - плоскость раскрытия третьего радиооптического отражателя, 7 - геометрическая ось симметрии третьего радиооптического отражателя, проходящая через его вершину перпендикулярно плоскости раскрытия 6 и являющаяся его оптической осью в оптическом диапазоне волн и его электрической осью в радиолокационном диапазоне волн (геометрические оси первого и второго радиооптических отражателей не показаны); 8 - угол излучения  $2\alpha$  третьего источника света третьего радиооптического отражателя.

На фиг. 2 представлен навигационный радиооптический групповой отражатель кругового действия, вид сзади, где обозначено: 9, 10, 11 - соответственно четвертый, пятый и шестой радиооптические трехгранные уголкового отражатели с равными треугольными гранями, входящие в группу из шести радиооптических отражателей, формирующих круговую в горизонтальной плоскости диаграмму рассеяния и расположенных вокруг вертикальной оси 4, проходящей через их вершины перпендикулярно горизонтальной плоскости; 12 - источник света, расположенный в вершине пятого радиооптического отражателя, которая также одновременно является его фокусом в оптическом диапазоне волн и фазовым центром рассеяния в радиолокационном диапазоне волн (источники света четвертого и шестого радиооптических отражателей не показаны); 13 - плоскость раскрытия шестого радиооптического отражателя; 14 - геометрическая ось симметрии шестого радиооптического отражателя, проходящая через его вершину перпендикулярно плоскости раскрытия 13 и являющаяся его оптической осью в оптическом диапазоне волн и его электрической осью в радиолокационном диапазоне волн (геометрические оси четвертого и пятого радиооптических отражателей не показаны). 15 - угол излучения  $2\alpha$  шестого источника света шестого радиооптического отражателя относительно его оптической оси 14.

Седьмой и восьмой трехгранные уголкового отражатели, плоскости раскрытия которых совпадают с горизонтальной плоскостью и не формируют диаграмму рассеяния в этой плоскости, на фиг. 1 и 2 не показаны.

На фиг. 3 представлена обобщенная структурная электрическая схема автоматического устройства управления шестью источниками света. В состав устройства входят источник питания постоянного тока 16, фотоавтомат управления сигнальным огнем 17 и источники света 18-23, выполненные в виде светоизлучающих полупроводниковых диодов. При этом катодные выводы шести светоизлучающих полупроводниковых диодов 18-23 подключены непосредственно к отрицательному полюсу источника питания постоянного тока 16, а их анодные выводы через фотоавтомат управления 17 подключены к положительному полюсу источника питания постоянного тока 16.

На фиг. 4 представлена обобщенная структурная схема фотоавтомата управления сигнальным огнем 17 серии ФАУСП, выполненная по классической схеме [5, 6], и включает в себя фотодатчик 24, стабилизатор напряжения 25, проблескатор 26 и

усилитель 27.

На фиг. 5 представлен фотоснимок навигационного радиооптического группового отражателя кругового действия, установленного на плавучем буюе и состоящего из восьми трехгранных радиооптических отражателей с треугольными равными металлизированными гранями, шесть из которых расположены вокруг вертикальной оси, проходящей через их вершины перпендикулярно горизонтальной плоскости, формирующих круговую диаграмму рассеяния в этой плоскости. Кроме того, в вершинах шести трехгранных уголкового отражателей на их геометрических осях, совпадающих с оптическими и электрическими осями, установлены источники света, выполненные в виде светоизлучающих полупроводниковых диодов.

Навигационный радиооптический групповой отражатель кругового действия работает одновременно в радиолокационном и оптическом диапазонах длин волн следующим образом.

В радиолокационном диапазоне волн заявляемый навигационный радиооптический групповой отражатель кругового действия, общий вид которого спереди и сзади представлен соответственно на фиг. 1 и 2, работает как радиолокационный групповой восьмиуголковый отражатель, - прототип, ориентированный относительно горизонтальной плоскости так, что только шесть из них расположены вокруг вертикальной оси, проходящей через их вершины перпендикулярно горизонтальной плоскости, и формируют как известно равномерную круговую в этой плоскости диаграмму рассеяния, каждый из шести радиооптических уголкового отражателей в радиолокационном диапазоне представляет собой трехгранный уголкового радиолокационный отражатель с треугольными плоскими взаимно перпендикулярными металлическими или металлизированными отражающими гранями одинаковых размеров и форме, внутренние поверхности которых образуют систему из трех зеркал при условии, что они достаточно велики по сравнению с длиной волны и треугольные грани взаимно перпендикулярны. Поэтому при падении на треугольные грани одного из шести радиооптических уголкового отражателей электромагнитной волны, после трехкратного отражения формируется электромагнитная волна, распространяющаяся в направлении, обратном направлению падения. Это свойство обратного отражения у каждого из шести радиооптических отражателей, входящих в группу, так же, как и у радиолокационных трехгранных уголкового отражателей, сохраняется в области главного лепестка диаграммы рассеяния, где имеет место трехкратное отражение от треугольных граней. При этом максимум ЭПР  $\sigma_M$  у отдельных радиооптических отражателей, входящих в группу, так же, как и у радиолокационных трехгранных уголкового отражателей, соответствует случаю, когда направление падающей электромагнитной волны совпадает с электрической осью или геометрической осью симметрии соответствующего отражателя, входящего в группу, и определяется соотношением (5). А ширина диаграммы обратного рассеяния на уровне  $0,5\sigma_M$  у каждого из шести радиооптических отражателей определяется в горизонтальной и вертикальной плоскостях соответственно соотношением (6). При этом фазовые центры рассеяния у радиооптических уголкового отражателей, формирующих круговую диаграмму рассеяния, в их вершинах, так же, как у радиолокационных трехгранных уголкового отражателей находятся на электрической оси, проходящей через его вершину перпендикулярно плоскости раскрытия соответствующего ей радиооптического отражателя, входящего в группу. При этом плоскости раскрытия шести радиооптических уголкового отражателей, формирующих круговую диаграмму рассеяния, так же, как и у прототипа - группового радиолокационного отражателя, отклонены в ту или другую

сторону от вертикали на угол, определяемый числом отражателей в группе, и тем самым обеспечивают более устойчивую работу в условиях качки бую, на котором он установлен.

В оптическом диапазоне волн заявляемый навигационный радиооптический групповой отражатель кругового действия работает следующим образом.

5 Так как катодные выводы светоизлучающих полупроводниковых диодов Д18-Д23 подключены параллельно непосредственно к отрицательному полюсу источника питания постоянного тока 16 (см. фиг. 3), то при подключении их анодных выводов через фотоавтомат управления сигнальным огнем 17 к положительному полюсу источника питания постоянного тока 16 светоизлучающие полупроводниковые диоды  
10 Д18-Д23, установленные в вершины соответствующих им радиолокационных уголкового отражателей 1, 2, 3, 9, 10 и 11 (см. фиг. 1 и 2) и являющиеся их фокусом в оптическом диапазоне волн, излучают вдоль соответствующих им оптических осей в горизонтальной и вертикальной плоскостях конические световые пучки с угловой шириной  $2\alpha \geq 90^\circ$ , которые, попадая на взаимно перпендикулярные треугольные грани в каждом из шести  
15 трехгранных уголкового отражателей 1, 2, 3, 9, 10 и 11 после трехкратного отражения, концентрируются ими на выходах в световые пучки большей силы света  $I_M$  с угловой шириной на уровне  $0,5I_M 42^\circ$  как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях. При этом оптические оси в каждом из шести радиооптических трехгранных уголкового отражателей, входящих в группу и формирующих круговую в горизонтальной плоскости  
20 диаграмму светорассеяния, совпадают с их геометрическими и электрическими осями. Поэтому угловая ширина светового потока, излучаемого в каждом из шести радиооптических отражателей на уровне  $0,5I_M$  в горизонтальной и вертикальной плоскостях в оптическом диапазоне волн, совпадает с угловой шириной главного  
25 (основного) лепестка диаграммы обратного рассеяния на уровне  $0,5\sigma_M$  в этих плоскостях в радиолокационном диапазоне волн и составляют величину  $42^\circ$  при условии, что треугольные грани взаимно перпендикулярны и происходит трехкратное отражение от них.

Управление работой светоизлучающими полупроводниковыми диодами Д18-Д23  
30 осуществляется фотоавтоматом управления сигнальным огнем 17 с автоматическим включением и выключением в зависимости от освещенности места установки радиооптического группового отражателя. Фотоавтомат управления сигнальным огнем 17 серии ФАУСП выполняется по классической схеме [5, 6] и его обобщенная функциональная схема представлена на фиг. 4. В соответствии с выполняемыми  
35 функциями в состав фотоавтомата входит то или иное сочетание следующих функциональных блоков [5, 6]: фотодатчик - выключатель 24, выполненный, как правило, в виде фоторезистора, например, типа СФЗ-1 [5] и являющийся светочувствительной частью фотоавтомата, который вырабатывает сигнал на включение источников света (светоизлучающих полупроводниковых диодов Д18-Д23) при  
40 освещенности ниже 20-100 лк и на выключение их, если освещенность превышает указанные значения; стабилизатор напряжения 25, который поддерживает на светоизлучающих полупроводниковых Д18-Д23 номинальное напряжение 2,6 В или 5,2 В; проблескатор 26, выполненный в виде мультивибратора, вырабатывающего сигналы, обеспечивающие работу светоизлучающих диодов Д18-Д23 в проблесковом или в постоянном режимах горения, и усилитель 27, непосредственно включающий или  
45 выключающий светоизлучающие диоды Д18-Д23 по сигналам фотодатчика 24 или проблескатора 26, управляющих режимами работы сигнальных огней. Причем цвет сигнального огня красный, зеленый, желтый или белый светоизлучающих

полупроводниковых диодов Д18-Д23 определяется его маркой и задается сложившейся навигационной обстановкой на водных путях.

В 3-см радиолокационном диапазоне волн, в котором работают все судовые РЛС, заявляемый навигационный радиооптический групповой отражатель кругового действия на основе трехгранных уголковых отражателей, входящих в группу, с треугольными равными гранями, изготовленными из двустороннего фольгированного стеклотекстолита или плоских алюминиевых листов, обработанных антикоррозийным покрытием. На фиг. 5 для наглядности представлений приведен фотоснимок навигационного радиооптического группового отражателя кругового действия, установленный на плавучем бую, в котором трехгранные уголковые отражатели выполнены из двустороннего фольгированного стеклотекстолита с длиной ребра  $a=30$  см, и с учетом (5) максимальная ЭПР каждого трехгранного уголкового отражателя, входящего в группу, при длине волны  $\lambda=3,2$  см составила величину  $\sigma_M=3,3 \text{ м}^2$ , а с учетом (6) ширина основного лепестка диаграммы рассеяния на уровне  $0,5\sigma_M$  составила величину в горизонтальной и вертикальной плоскостях  $42^\circ$ .

Для обеспечения работы заявляемого навигационного радиооптического группового отражателя кругового действия в оптическом диапазоне волн в вершины каждого из шести трехгранных уголковых радиолокационных отражателей, формирующих круговую диаграмму рассеяния в горизонтальной плоскости, на их оптических осях были установлены источники света, выполненные в виде светоизлучающих полупроводниковых диодов типа LES-STAR-3W с красным цветом свечения сигнального огня и углом излучения  $2\alpha=120^\circ$  как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях, работающих от источника питания постоянного тока с номинальным напряжением 2,6 В. В качестве источника питания постоянного тока может быть использована сухозаряженная батарея типа «Лиман» - 2,6 - 150 А/ч ТУ 3483-019-04707044-99 с номинальным напряжением 2,6 В и емкостью 150 А/ч, который располагается, как известно [5, 6], в горловине буя, на котором установлен радиооптический отражатель. В качестве фотоавтомата управления сигнальным огнем может быть использован серийно выпускаемый фотоавтомат ФАУСП - 3М типа НП-2 ТУ 212177187, который также может быть установлен либо в горловине буя, в котором сбоку находится круглое отверстие для попадания света на фотодатчик фотоавтомата, либо может располагаться в одном из двух (верхнем или нижнем) трехгранных уголковых отражателей, входящих в группу, плоскости раскрытов которых совпадают с горизонтальной плоскостью и закрыты радиопрозрачным материалом, например не фольгированный стеклотекстолит, в которых также находится круглое отверстие для попадания света на фотодатчик фотоавтомата.

По сравнению с широко используемым в практике судовождения радиолокационным групповым отражателем, работающим в радиолокационном диапазоне волн и выполняющим только функции пассивного всенаправленного отражателя электромагнитных волн для увеличения радиолокационной дальности видимости буя на котором он установлен, заявляемый навигационный радиооптический групповой отражатель кругового действия обладает расширенными функциональными возможностями, поскольку одновременно работает не только в радиолокационном, но и в оптическом диапазонах волн, обеспечивая всенаправленную в горизонтальной плоскости подачу светосигнальных огней в темное время суток.

#### Источники информации

1. Дмитриев В.Н., Григорян В.Л., Катенин В.А. Навигация и лоция. - М.: Академкнига,

2004. - 471 с.

2. Кобак В.О. Радиолокационные отражатели. - М.: Советское радио, 1975. - 248 с.

3. Канарейкин Д.Б., Потехин И.Ф. Морская поляриметрия. - Л.: Судостроение, 1968. - 328 с.

5 4. [http://de.academic.ru/dic.nsf/dewiki/1152226#Winkelreflektoren\\_mit\\_drei\\_Fl.C3.A4chen](http://de.academic.ru/dic.nsf/dewiki/1152226#Winkelreflektoren_mit_drei_Fl.C3.A4chen)

5. Шмерлинг И.Е. Монтер судоходной обстановки. - М.: Транспорт, 1972. - 176 с.

6. Шмерлинг И.Е. Монтер судоходной обстановки. - М.: Транспорт, 1977. - 173 с.

#### (57) Формула изобретения

10 Навигационный радиооптический групповой отражатель кругового действия, содержащий группу из восьми трехгранных угловых радиолокационных отражателей, каждый из которых состоит из трех плоских взаимно перпендикулярных металлических или металлизированных треугольных отражающих граней одинаковых размеров, значительно превышающих длину волны, фазовые центры рассеяния которых совпадают

15 и находятся в вершинах трехгранных угловых отражателей, входящих в группу, и их электрические оси или направления, в которых эффективная поверхность рассеяния каждого из восьми трехгранных угловых отражателей максимальна  $\sigma_M$  в горизонтальной и вертикальной плоскостях, совпадают с их геометрическими осями симметрии, проходящими через вершины отражателей перпендикулярно плоскости их

20 раскрытов со стороны внутренних отражающих поверхностей треугольных граней, при этом ширина основного лепестка диаграммы обратного рассеяния каждого трехгранного углового отражателя, входящего в группу, соответствующая трехкратному отражению электромагнитных волн от треугольных граней, на уровне  $0,5 \sigma_M$  в горизонтальной и вертикальной плоскостях составляет величину  $42^\circ$ , причем

25 восьмиугольный групповой радиолокационный отражатель ориентирован относительно горизонтальной плоскости так, что плоскости раскрытов двух противоположно направленных трехгранных угловых отражателей, входящих в группу, расположены перпендикулярно вертикальной оси, проходящей через их вершины, и совпадают с горизонтальной плоскостью, а шесть других трехгранных

30 угловых отражателей, входящих в группу, расположены вокруг вертикальной оси, проходящей через их фазовые центры рассеяния перпендикулярно горизонтальной плоскости, и формируют круговую диаграмму обратного рассеяния в этой плоскости в радиолокационном диапазоне длин волн, при этом плоскости раскрытов каждого из шести трехгранных угловых отражателей поочередно отклоняются от вертикали в

35 ту или другую сторону на угол, определяемый числом отражателей в группе, отличающийся тем, что введены шесть источников света, каждый из которых выполнен в виде светоизлучающего полупроводникового диода, фотоавтомат управления сигнальным огнем и источник питания постоянного тока, причем светоизлучающие полупроводниковые диоды включены между собой параллельно и их катодные выводы

40 подключены непосредственно к отрицательному полюсу источника питания постоянного тока, а их анодные выводы через фотоавтомат управления сигнальным огнем подключены к положительному полюсу источника питания постоянного тока, при этом источники света установлены в вершинах соответствующих им шести трехгранных угловых отражателей, являющихся их фокусом в оптическом диапазоне волн, и

45 расположены на оптических осях, совпадающих с геометрическими осями симметрии трехгранных угловых отражателей, в направлении которых сила света в горизонтальной и вертикальной плоскостях максимальна  $I_M$ , а также совпадает с их электрическими осями в этих плоскостях в радиолокационном диапазоне волн, кроме

того, угол излучения каждого из шести источников света  $2\alpha$  относительно оптической оси трехгранного уголкового отражателя в горизонтальной и вертикальной плоскостях составляет величину  $2\alpha \geq 90^\circ$ , при этом в оптическом диапазоне волн в направлении оптических осей каждого из шести трехгранных уголковых отражателей в пространство  
5 излучается в этих плоскостях конический световой поток с угловой шириной  $42^\circ$  на уровне  $0,5I_M$ , совпадающий с шириной основного лепестка диаграммы обратного рассеяния в горизонтальной и вертикальной плоскостях на уровне  $0,5\sigma_M$  в радиолокационном диапазоне волн, причем цвет излучаемого полупроводниковыми  
10 диодами светового потока красный, зеленый белый или желтый определяется сложившейся навигационной обстановкой на водных путях.

15

20

25

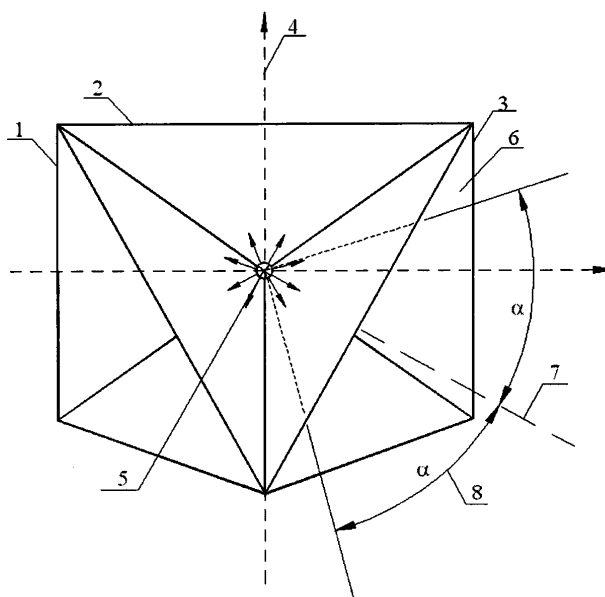
30

35

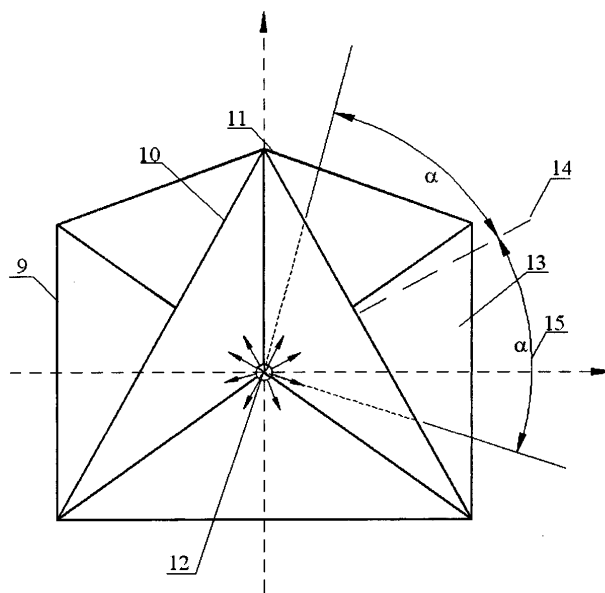
40

45

Навигационный радиооптический групповой отражатель кругового действия



Фиг. 1



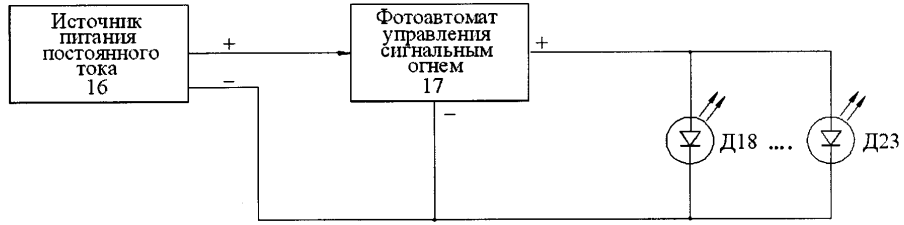
Фиг. 2

Авторы:

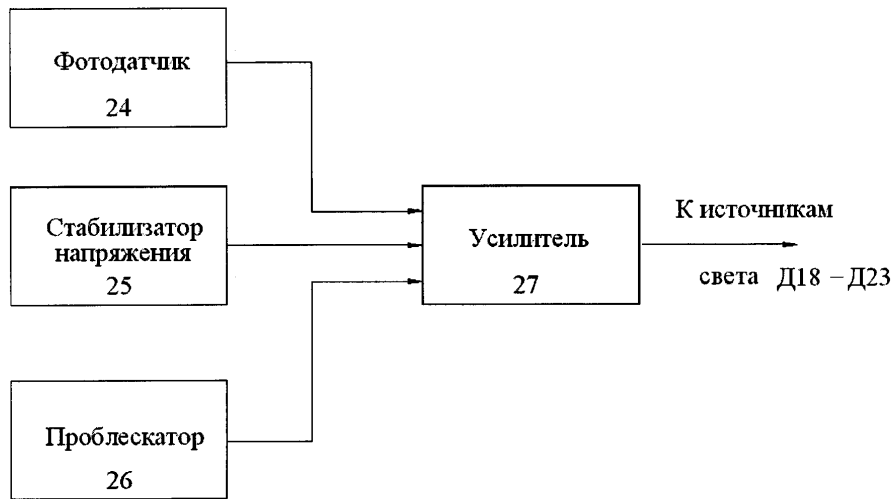
Блинковский Н.К.  
 Гулько В.Л.  
 Крутиков М.В.  
 Мещеряков А.А.



Навигационный радиооптический групповой отражатель кругового действия



Фиг. 3



Фиг. 4

Авторы: Блинковский Н.К.  
 Гулько В.Л.  
 Крутиков М.В.  
 Мещеряков А.А.

Навигационный радиооптический групповой отражатель кругового действия



Фиг. 5

Авторы:

Блинковский Н.К.  
Гулько В.Л.  
Кругиков М.В.  
Мещеряков А.А.

Сведения об изменениях или дополнениях  
отражаются в Приложении к патенту

