



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*H01Q 15/18 (2019.02)*

(21)(22) Заявка: 2018133064, 17.09.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
17.09.2018

Дата регистрации:  
23.05.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 17.09.2018

(45) Опубликовано: 23.05.2019 Бюл. № 15

Адрес для переписки:

634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, ТУСУР,  
патентно-информационный отдел

(72) Автор(ы):

Гулько Владимир Леонидович (RU),  
Блинковский Николай Константинович (RU),  
Мещеряков Александр Алексеевич (RU),  
Сметанкин Анатолий Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

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

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2617799 C1, 26.04.2017. RU  
2634550 C2, 31.10.2017. RU 2140690 C1,  
27.10.1999. US 4053896 A1, 11.10.1977. US  
20030107519 A1, 12.06.2003.

## (54) НАВИГАЦИОННЫЙ РАДИООПТИЧЕСКИЙ ГРУППОВОЙ ОТРАЖАТЕЛЬ КРУГОВОГО ДЕЙСТВИЯ С ПОКРЫТЫМИ АЛЮМИНИЕВОЙ ФОЛЬГОЙ ГРЯНЯМИ

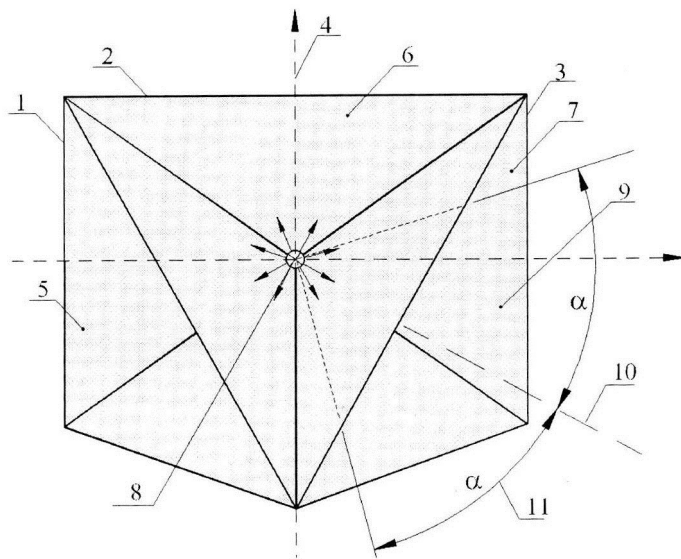
(57) Реферат:

Изобретение относится к навигации и может использоваться на внутренних водных путях в составе плавучих буев для обозначения судового хода одновременно в радиолокационном и оптическом диапазонах волн. Технический результат - расширение функциональных возможностей. Для этого навигационный радиооптический групповой отражатель кругового действия с покрытыми алюминиевой фольгой гранями представляет собой групповой радиолокационный отражатель, содержащий восемь трехгранных уголкового отражателей с равными треугольными гранями, шесть из которых расположены вокруг вертикальной оси, проходящей через их вершины, и формируют круговую в горизонтальной плоскости диаграмму рассеяния в радиолокационном диапазоне волн. При этом отражающие треугольные грани всех шести трехгранных уголкового отражателей

покрыты светоотражающим покрытием, выполненным в виде алюминиевой фольги, а в их вершины установлены шесть источников света, выполненные в виде светоизлучающих диодов, формирующих круговую диаграмму светорассеяния в оптическом диапазоне волн. Источники света питаются от источника питания постоянного тока и управляются фотоавтоматом управления сигнальным огнем. Таким образом, технический результат заключается в расширении функциональных возможностей в оптическом диапазоне волн внутренних светоотражающих поверхностей треугольных граней, покрытых алюминиевой фольгой радиооптического группового отражателя, обусловленных обеспечением подачи им светосигнальных огней с белым, красным, желтым или зеленым цветами свечения при использовании одних и тех же внутренних светоотражающих поверхностей

треугольных граней. При этом цвет сигнального огня задается только типом светоизлучающих диодов и определяется сложившейся

навигационной обстановкой на внутренних водных путях. 4 ил.



Фиг.1

RU 2688959 C1

RU 2688959 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*H01Q 15/18 (2019.02)*

(21)(22) Application: **2018133064, 17.09.2018**

(24) Effective date for property rights:  
**17.09.2018**

Registration date:  
**23.05.2019**

Priority:

(22) Date of filing: **17.09.2018**

(45) Date of publication: **23.05.2019** Bull. № 15

Mail address:

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

(72) Inventor(s):

**Gulko Vladimir Leonidovich (RU),  
Blinkovskij Nikolaj Konstantinovich (RU),  
Meshcheryakov Aleksandr Alekseevich (RU),  
Smetankin Anatolij Nikolaevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

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

(54) **NAVIGATION RADIO-OPTICAL GROUP REFLECTOR WITH ALUMINUM FOIL-COATED EDGES**

(57) Abstract:

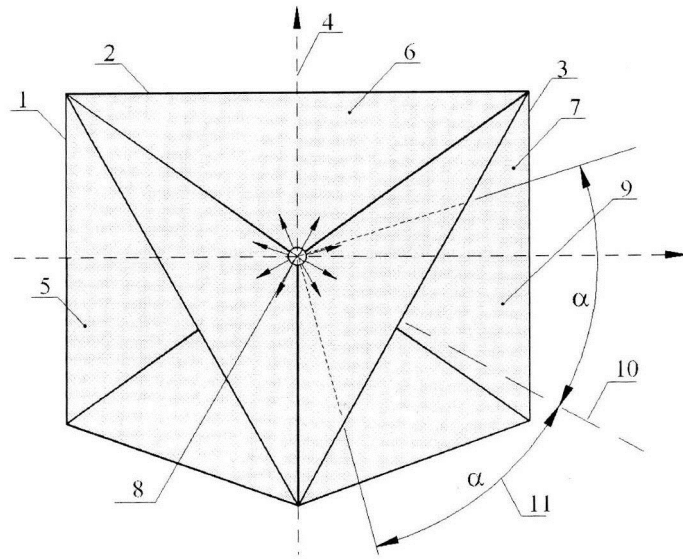
FIELD: navigation systems.

SUBSTANCE: invention relates to navigation and can be used on inland waterways as part of buoyant buoys for designation of navigation stroke simultaneously in radar and optical ranges of waves. To achieve technical result, navigation radio-optical group reflector of circular action with aluminum foil-coated edges is group radar reflector, containing eight triangular corner reflectors with equal triangular faces, six of which are located around the vertical axis passing through their vertices, and forming a circular in the horizontal plane scattering diagram in the radar range of waves. Reflecting triangular faces of all six trihedral corner reflectors are coated with a light-reflecting coating made in the form of an aluminum foil, and their vertices are equipped with six light sources, which are

made in the form of light-emitting diodes which form a circular diagram of light scattering in the optical wave range. Light sources are powered by a DC power source and are controlled by a photo signal fire control system.

EFFECT: broader functional capabilities in the optical range of waves of inner light-reflecting surfaces of triangular faces coated with an aluminum foil of the radio-optical group reflector, caused by supply of light-signal lights with white, red, yellow or green luminous colors when using the same internal light-reflecting surfaces of triangular faces; wherein the color of the signal light is set only by the type of the light-emitting diodes and is determined by the existing navigation environment on inland waterways.

1 cl, 4 dwg



Фиг.1

Изобретение относится к навигации и может использоваться на внутренних водных путях в составе плавучих буйев для обозначения судового хода одновременно в радиолокационном и оптическом диапазонах волн.

Известен групповой радиолокационный отражатель с круговой (всенаправленной) в горизонтальной плоскости диаграммой обратного рассеяния [1, 2]. Он состоит из восьми трехгранных уголкового отражателей (УО) с равными треугольными металлическими или металлизированными взаимно перпендикулярными отражающими гранями. Причем фазовые центры рассеяния всех трехгранных УО входящих в группу совпадают и находятся в их вершинах. При этом плоскости раскрывов отдельных трехгранных УО, входящих в группу, образуют топовую фигуру в виде октаэдра [1]. Максимальная поверхность рассеяния (ЭПР)  $\sigma_m$  основного лепестка диаграммы обратного рассеяния каждого из УО, входящих в группу, с треугольной формой отражающих граней одинаковых размеров в направлении электрической оси, проходящей через фазовый центр рассеяния перпендикулярно плоскости раскрыва, определяется по формуле [1]

$$\sigma_m = \frac{4\pi a^3}{\lambda^2}, \quad (1)$$

где  $a$  - размер ребра УО в [м],  
 $\lambda$  - длина волны в [м].

Ширина основного лепестка диаграммы обратного рассеяния каждого из УО входящих в группу на уровне  $0.5\sigma_m$  относительно электрической оси в горизонтальной и вертикальной плоскостях составляет величину [1]

$$\Delta\varphi_{0,5} \approx 42^\circ. \quad (2)$$

При этом известно [2], что для получения круговой в горизонтальной плоскости диаграммы рассеяния групповой восьмиуголковый отражатель необходимо располагать так, чтобы плоскости раскрывов двух противоположно направленных вверх и вниз трехгранных УО входящих в группу совпадали с горизонтальной плоскостью и были перпендикулярны вертикальной оси проходящей через их фазовые центры рассеяния. А шесть других трехгранных УО входящих в группу соответственно располагаются вокруг вертикальной оси, проходящей через их фазовые центры рассеяния, которые и формируют круговую в горизонтальной плоскости диаграмму рассеяния при облучении его судовой РЛС с любых направлений. При этом плоскости раскрывов каждого из шести трехгранных УО 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 УО максимальна  $\sigma_m$ , также смещены относительно вертикальной оси, проходящей через их фазовые центры рассеяния. При этом электрические оси совпадают с геометрическими осями проходящими через их вершины перпендикулярно плоскости раскрыва соответствующего УО.

Недостаток группового радиолокационного отражателя заключается в ограниченных функциональных возможностях, проявляющихся в том, что он работает только в радиолокационном диапазоне волн, выполняя функции пассивного отражателя электромагнитных волн. При этом не работает в оптическом диапазоне волн, например, не способен выполнять функции подачи светосигнального огня в навигационных целях.

Известен навигационный радиооптический групповой отражатель кругового действия, работающий одновременно в радиолокационном и оптическом диапазонах волн [3].

Этот радиооптический групповой отражатель (РГО) содержит в своем составе группу из восьми трехгранных УО с взаимоперпендикулярными металлическими или металлизированными треугольными отражающими гранями одинаковых размеров. Шесть УО расположены вокруг вертикальной оси, проходящей через их вершины, являющиеся фазовыми центрами рассеяния и формирующие круговую диаграмму рассеяния в радиолокационном диапазоне волн. При этом максимальная ЭПР  $\sigma_m$  и ширина диаграммы обратного рассеяния  $\Delta\phi_{0,5}$  каждого из шести УО входящих в группу определяются соответственно соотношениями (1) и (2). Для одновременной работы РГО в оптическом диапазоне волн в их вершины, являющиеся фокусами УО, установлены источники света. Последние выполнены в виде светоизлучающих диодов с белым, красным, желтым или зеленым цветами свечения, формирующих круговую диаграмму светорассеяния. При этом источники света располагаются на оптической оси в направлении которой сила света максимальна  $I_m$  в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Причем оптическая ось каждого из шести УО совпадает с геометрической осью симметрии УО, проходящей через вершину перпендикулярно плоскости его раскрытия и с его электрической осью в этих плоскостях в радиолокационном диапазоне волн. При этом угол излучения  $2\alpha$  относительно оптической оси каждого из шести источников света в горизонтальной и вертикальной плоскостях составляет величину  $2\alpha \geq 90^\circ$ . Источники света питаются от источника постоянного тока и управляются фотоавтоматом управления сигнальным огнем.

Недостаток группового отражателя кругового действия заключается в том, что в оптическом диапазоне волн в режиме излучения светосигнального огня не обеспечивается зеркальность внутренних трехкратных переотражений от поверхностей треугольных граней в каждом из шести УО входящих в группу и формирующих круговую диаграмму светорассеяния. Последнее не позволяет достигнуть максимальной силы света  $I_m$  в направлении оптической оси УО, что, в свою очередь, ограничивает дальность видимости светосигнального огня.

Наиболее близким по совокупности признаков к заявляемому навигационному радиооптическому групповому отражателю кругового действия с покрытыми алюминиевой фольгой гранями является навигационный радиооптический групповой отражатель кругового действия со светоотражающими гранями [4].

Этот навигационный радиооптический групповой отражатель кругового действия со светоотражающими гранями содержит в своем составе группу из восьми трехгранных УО с взаимоперпендикулярными металлизированными или металлическими отражающими треугольными гранями одинаковых размеров, шесть из которых формируют в горизонтальной плоскости круговую диаграмму обратного рассеяния в радиолокационном диапазоне волн, шесть источников света, фотоавтомат управления сигнальным огнем и источник питания постоянного тока. Причем треугольные отражающие грани всех шести трехгранных УО, входящих в группу, с их внутренней стороны покрыты радиопрозрачным светоотражающим покрытием с белым, красным, зеленым или желтым цветами свечения. При этом фазовые центры рассеяния всех трехгранных УО входящих в группу совпадают и находятся в их вершинах. Причем, как известно в [2] для получения круговой в горизонтальной плоскости диаграммы обратного рассеяния групповой восьмиуголковый отражатель необходимо располагать так, чтобы плоскости раскрытия двух противоположно направленных вверх и вниз трехгранных УО, входящих в группу совпадали с горизонтальной плоскостью и были перпендикулярны вертикальной оси проходящей через их фазовые центры рассеяния.

А шесть других трехгранных УО соответственно располагаются вокруг вертикальной оси, проходящей также через их фазовые центры рассеяния, которые и формируют круговую в горизонтальной плоскости диаграмму обратного рассеяния в радиолокационном диапазоне волн. При этом плоскости раскрывов каждого из шести трехгранных УО поочередно смещены относительно вертикальной оси в ту или другую сторону. Соответственно их электрические оси, или направления в которых ЭПР каждого из шести отражателей максимальна  $\sigma_m$  так же смещены относительно вертикальной оси и совпадают с геометрическими осями проходящими через их вершины перпендикулярно плоскости раскрыва соответствующего УО.

Шесть источников света выполнены в виде светоизлучающих полупроводниковых диодов с белым, красным, зеленым или желтыми цветами свечения сигнального огня соответствующих цвету радиопрозрачного светоотражающего покрытия треугольных граней. Источники света установлены в соответствующие им вершины шести трехгранных УО, являющиеся их фокусом в оптическом диапазоне волн и фазовым центром рассеяния УО в радиолокационном диапазоне волн. Причем светоизлучающие полупроводниковые диоды включены между собой параллельно и их катодные выводы 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 светоизлучающие диоды расположены на оптических осях совпадающих с геометрическими осями симметрии трехгранных УО в направлении которых сила света в горизонтальной и вертикальной плоскостях максимальна  $I_m$ , а также совпадающих 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 УО 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 УО в пространство 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.

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

В радиолокационном диапазоне волн навигационный радиооптический групповой отражатель кругового действия со светоотражающими гранями работает также как обыкновенный пассивный радиолокационный групповой шестиугольный отражатель с треугольными гранями. При падении электромагнитной волны, излучаемой судовой РЛС, на любой из шести трехгранных УО, формирующих круговую диаграмму обратного рассеяния в горизонтальной плоскости, после трехкратного отражения формируется волна, распространяющаяся в направлении обратном направлению падения. При этом трехкратное отражение имеет место, как известно в [1, 2], в области главного лепестка диаграммы рассеяния и максимум ЭПР  $\sigma_m$  соответствует случаю, когда направление падающей электромагнитной волны совпадают с электрической осью или геометрической осью симметрии отражателя, проходящей через вершину перпендикулярно плоскости его раскрыва. При этом ЭПР любого трехгранного УО с треугольными гранями входящего в группу из шести УО 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, определяется соотношением (1). А его ширина на уровне  $0.5\sigma_m$  относительно электрической оси, проходящей через вершину трехгранного УО перпендикулярно плоскости его раскрыва, в горизонтальной и вертикальной плоскостях определяется соотношением (2).

В оптическом диапазоне волн навигационный радиооптический групповой отражатель кругового действия со светоотражающими гранями работает следующим образом.

Так как катодные выводы шести светоизлучающих полупроводниковых диодов подключены параллельно непосредственно к отрицательному полюсу источника питания постоянного тока, то при подключении их анодных выводов через фотоавтомат управления сигнальным огнем к положительному полюсу источника питания постоянного тока, светоизлучающие полупроводниковые диоды, установленные в вершинах соответствующим им трехгранных УО 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  $2\alpha \geq 90^\circ$ . Затем излучаемые световые потоки попадают на соответствующие им взаимно перпендикулярные треугольные грани трехгранного УО с радиопрозрачным светоотражающим покрытием. В оптическом диапазоне волн внутренние отражающие поверхности треугольных граней со светоотражающим покрытием образуют в каждом из шести треугольных УО систему из трех зеркал при условии, что они достаточно велики по сравнению с длиной волны излучаемого светового потока. В результате внутренних зеркальных переотражений от треугольных граней со светоотражающим покрытием в каждом из шести трехгранных УО на выходе формируется световой поток большей силы вдоль его оптической оси с угловой шириной на уровне 0,5 от максимальной силы света  $I_m$  в  $42^\circ$  как в горизонтальной, так и в вертикальной

плоскостях. При этом оптические оси в каждом из шести радиооптических трехгранных УО входящих в группу и формирующих круговую в горизонтальной плоскости, 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 лепестка диаграммы обратного рассеяния на уровне  $0.5\sigma_m$  в этих плоскостях в радиолокационном диапазоне волн и составляет величину  $42^\circ$  при условии, что треугольные грани взаимно перпендикулярны и происходит трехкратное отражение от них. Цвет свечения сигнального огня в каждом из шести УО белый, красный, желтый или зеленый светоизлучающих полупроводниковых диодов соответствует цвету свечения радиопрозрачного светоотражающего покрытия треугольных граней.

Управление работой светоизлучающими диодами осуществляется фотоавтоматом управления сигнальным огнем, который обеспечивает постоянный или проблесковый режим горения светоизлучающих диодов с автоматическим включением и выключением в зависимости от освещенности местности. Фотоавтомат управления сигнальным огнем выполнен по классической схеме серии ФАУСП [5, 6] и в его состав входят: фотодатчик, выполненный например, в виде фоторезистора СФЗ-1, и являющийся светочувствительной частью фотоавтомата, который вырабатывает сигнал на включение светоизлучающих диодов при освещенности 20-100 лк и на выключение его, если освещенность превышает указанные значения; стабилизатор напряжения, который



поддерживает на светоизлучающих диодах необходимое номинальное напряжение; усилитель, непосредственно включающий или выключающий светоизлучающие диоды по сигналам фотодатчика; проблескатор, выполненный в виде мультивибратора сигналы которого подаются на вход усилителя и определяют работу светоизлучающих диодов

5

в проблесковом или постоянном режимах горения светосигнального огня. Недостаток навигационного радиооптического группового отражателя кругового действия со светоотражающими гранями заключается в ограниченных функциональных возможностях, проявляющихся в том, что в оптическом диапазоне волн он обеспечивает подачу светосигнальных огней с белым, красным, желтым или зеленым цветами свечения

10 только в тех случаях, когда цвет свечения радиопрозрачного светоотражающего покрытия треугольных граней с их внутренней стороны в каждом из шести радиооптических УО соответственно совпадает с белым, красным, желтым или зеленым цветами свечения светового потока излучаемого полупроводниковыми диодами. Поэтому, в зависимости от навигационной обстановки, чтобы обеспечить смену подачи

15 светосигнального огня с белым, красным, желтым или зеленым цветами свечения, необходимо соответственно заменить радиопрозрачное светоотражающее покрытие треугольных граней в каждом из шести УО. Последнее существенно ограничивает функциональные возможности навигационного радиооптического группового отражателя кругового действия.

20

На фиг. 1 представлен общий вид навигационного радиооптического группового отражателя кругового действия с покрытыми алюминиевой фольгой гранями. Вид спереди, где обозначено: 1, 2, 3 - соответственно первый, второй и третий радиооптические трехгранные УО с равными треугольными гранями, входящие в группу из шести радиооптических УО и расположенные вокруг вертикальной оси 4, проходящей

25 через их вершины перпендикулярно горизонтальной плоскости, 5, 6, 7 - треугольные грани, покрытые алюминиевой фольгой соответственно первого, второго и третьего радиооптических УО, 8 - источник света, расположенный в вершине второго радиооптического УО, которая одновременно является его фокусом в оптическом диапазоне волн и фазовым центром рассеяния в радиолокационном диапазоне волн

30 (источники света первого и третьего радиооптических УО не показаны); 9 - плоскость раскрытия третьего радиооптического УО, проходящая через его вершину перпендикулярно плоскости раскрытия 9 и является его оптической осью в оптическом диапазоне волн и его электрической осью в радиолокационном диапазоне волн

35 (геометрические оси первого и второго радиооптических УО не показаны); 11 - угол излучения  $2\alpha$  третьего источника света третьего радиооптического УО.

35

На фиг. 2 представлен навигационный радиооптический групповой отражатель кругового действия с покрытыми алюминиевой фольгой гранями. Вид сзади. Где обозначено: 12, 13, 14 - соответственно четвертый, пятый и шестой радиооптические УО с равными треугольными гранями, входящие в группу из шести радиооптических

40 УО, расположенные вокруг вертикальной оси 4, проходящей через их вершины перпендикулярно горизонтальной плоскости; 15, 16, 17 - треугольные грани, покрытые алюминиевой фольгой соответственно четвертого, пятого и шестого радиооптических УО, 18 - источник света, расположенный в вершине пятого радиооптического УО, которая также одновременно является его фокусом в оптическом диапазоне волн и фазовым центром рассеяния в радиолокационном диапазоне волн (источники света четвертого и шестого радиооптических УО не показаны); 19 - плоскость раскрытия шестого радиооптического УО; 20 - геометрическая ось симметрии шестого радиооптического УО, проходящая через его вершину перпендикулярно плоскости

45

раскрыва 19 и является его оптической осью в оптическом диапазоне волн и его электрической осью в радиолокационном диапазоне волн (геометрические оси четвертого и пятого радиооптических УО не показаны), 21 - угол излучения  $2\alpha$  шестого источника света шестого радиооптического УО относительно его оптической оси.

5 Седьмой и восьмой трехгранные УО плоскости раскрывов которых совпадают с горизонтальной плоскостью и не формируют диаграмму обратного рассеяния в этой плоскости на фиг. 1 и фиг. 2 не показаны.

На фиг. 3 представлена обобщенная структурная электрическая схема автоматического устройства управления шестью источниками света. В состав устройства  
10 входят источник питания постоянного тока 22 фотоавтомат управления сигнальным огнем 23 и источники света 24-29, выполненные в виде светоизлучающих полупроводниковых диодов. При этом катодные выводы шести светоизлучающих диодов 24-29 подключены непосредственно к отрицательному полюсу источника питания постоянного тока 22, и их анодные выводы через фотоавтомат управления 23  
15 подключены к положительному полюсу источника питания постоянного тока 22.

На фиг. 4 представлена обобщенная функциональная схема фотоавтомата управления сигнальным огнем 23 серии ФАУСП, выполненная по классической схеме [5, 6] и включает в себя фотодатчик 30, стабилизатор напряжения 31, проблескатор 32 и усилитель 33.

20 Навигационный радиооптический групповой отражатель кругового действия с покрытыми алюминиевой фольгой гранями. Одновременно работает в радиолокационном и оптическом диапазонах длин волн следующим образом.

В радиолокационном диапазоне волн заявляемый навигационный радиооптический групповой отражатель кругового действия с покрытыми алюминиевой фольгой гранями,  
25 общий вид которого спереди и сзади представлен соответственно на фиг. 1 и фиг. 2, работает как обыкновенный пассивный радиолокационный групповой восьмиугольный отражатель, ориентированный относительно горизонтальной плоскости так, что только шесть из них расположены вокруг вертикальной оси, проходящей через их вершины перпендикулярно горизонтальной плоскости и формируют круговую в этой плоскости  
30 диаграмму рассеяния. При этом каждый из шести радиооптических УО, треугольные отражающие грани, которых покрыты алюминиевой фольгой, в радиолокационном диапазоне волн представляет собой трехгранный УО с треугольными плоскими взаимно перпендикулярными металлическими или металлизированными отражающими гранями одинаковых размеров и форме. При этом следует отметить, что в заявляемом  
35 навигационном групповом отражателе, в отличие от навигационного группового отражателя-прототипа, сами треугольные грани всех шести радиооптических УО могут быть радиопрозрачными так как само светоотражающее покрытие в виде алюминиевой фольги одновременно обеспечивает работу навигационного группового отражателя как в радиолокационном, так и в оптическом диапазонах волн. Внутренние отражающие  
40 поверхности треугольных граней, покрытых алюминиевой фольгой, в радиолокационном диапазоне волн 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, покрытые алюминиевой фольгой одного из шести радиооптических УО электромагнитной волны, после трехкратного отражения,  
45 формируется электромагнитная волна, распространяющаяся в направлении, обратном направлению падения. Это свойство обратного отражения у каждого из шести радиооптических УО входящих в группу так же как и у радиолокационных трехгранных УО сохраняется в области главного лепестка диаграммы рассеяния, где имеет место

трехкратное отражение от треугольных граней. При этом максимум ЭПР  $\sigma_m$  у отдельных радиооптических УО входящих в группу так же как у радиолокационных трехгранных УО соответствует случаю, когда направление падающей электромагнитной волны совпадает с электрической осью или геометрической осью симметрии соответствующего

УО входящего в группу и определяется соотношением (1). А ширина диаграммы обратного рассеяния на уровне  $0.5\sigma_m$  у каждого из шести радиооптических УО с

покрытыми алюминиевой фольгой гранями определяется в горизонтальной и вертикальной плоскостях соответственно соотношением (2). При этом плоскости

раскрывов шести радиооптических УО с треугольными гранями покрытыми

алюминиевой фольгой, формирующих круговую диаграмму рассеяния, так же как и у прототипа - отклонены в ту или другую сторону от вертикали, проходящей через

фазовые центры рассеяния перпендикулярно к горизонтальной плоскости, на угол определяемый числом отражателей в группе и тем самым обеспечивают более

устойчивую работу в условиях качки буя, на котором он установлен.

В оптическом диапазоне волн заявляемый навигационный радиооптический групповой отражатель кругового действия с покрытыми алюминиевой фольгой гранями работает следующим образом.

Так как катодные выводы светоизлучающих полупроводниковых диодов Д24-Д29 подключены параллельно непосредственно к отрицательному полюсу источника

питания постоянного тока 22 (см. фиг. 3), то при подключении их анодных выводов через фотоавтомат управления сигнальным огнем 23 к положительному полюсу

источника питания постоянного тока 22, светоизлучающие полупроводниковые диоды, установленные в вершины соответствующим им радиолокационные трехгранные УО

1, 2, 3, а также 12, 13, 14 (см. фиг. 1 и фиг. 2) и являющиеся их фокусом в оптическом диапазоне волн, излучают вдоль соответствующих им оптических осей в горизонтальной

и вертикальной плоскостях конические световые пучки с белым, красным, зеленым или желтым цветами свечения сигнального огня с угловой шириной  $2\alpha \geq 90^\circ$ . После чего

излучаемые световые потоки, в каждом из шести радиооптических УО, попадают на взаимно перпендикулярные треугольные отражающие грани, покрытые алюминиевой

фольгой. В оптическом диапазоне волн внутренние отражающие поверхности

треугольных граней, покрытые алюминиевой фольгой, так же образуют систему из трех зеркал. Поэтому в результате внутренних зеркальных трехкратных отражений от

треугольных граней, в каждом из шести радиооптических УО, концентрируются ими в пространстве в световые потоки большей силы света  $I_m$  с белым, красным, зеленым

или желтым цветами свечения сигнального огня, распространяющиеся вдоль соответствующих им оптических осей с угловой шириной на уровне  $0.5I_m$  в  $42^\circ$  как в

горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях. При этом необходимо отметить, что сила света светового потока в каждом из шести УО достигает своего максимального

значения  $I_m$  как в горизонтальной так и в вертикальной плоскостях, при условии, что

все три треугольные грани, покрытые алюминиевой фольгой взаимно перпендикулярны, а источники света находятся в фокусе соответствующим им УО. При этом оптические

оси в каждом из шести радиооптических УО входящих в группу и формирующих в активном режиме круговую, в горизонтальной плоскости диаграмму светорассеяния,

совпадают с их геометрическими и электрическими осями. Поэтому угловая ширина светового потока, излучаемого в каждом из шести радиооптических УО на уровне  $0.5I_m$

в горизонтальной и вертикальной плоскостях в оптическом диапазоне волн совпадает с угловой шириной главного лепестка диаграммы обратного рассеяния на уровне  $0.5\sigma_m$

в этих плоскостях в радиолокационном диапазоне волн и составляет величину  $42^\circ$ . При этом цвет излучаемого в пространство светового потока с белым, красным, зеленым или желтым цветами свечения сигнального огня задается только светоизлучающими диодами и при этом используются одни и те же треугольные грани, покрытые

5 алюминиевой фольгой.

Управление работой светоизлучающими полупроводниковыми диодами Д24 - Д29 осуществляется фотоавтоматом управления сигнальным огнем 23 с автоматическим включением и выключением в зависимости от освещенности места установки радиооптического группового отражателя. Фотоавтомат управления сигнальным

10 огнем 23 серии ФАУСП выполнен по классической схеме [5, 6] и его обобщенная функциональная схема представлена на фиг. 4. В соответствии с выполняемыми функциями, в состав фотоавтомата входят то или иное сочетание следующих функциональных блоков [5, 6]: фотодатчик-выключатель 30, выполненный, как правило, в виде фоторезистора и являющийся светочувствительной частью фотоавтомата,

15 который вырабатывает сигнал на включение светоизлучающих полупроводниковых диодов Д24 - Д29 при освещенности ниже 20-100 лк и на выключение их, если освещенность превышает указанные значения; стабилизатор напряжения 31, который поддерживает на светоизлучающих диодах Д24 - Д29 номинальное напряжение 2,6 В или 5,2 В; проблескатор 32, выполненный в виде мультивибратора вырабатывающего

20 сигналы, обеспечивающие работу светоизлучающих диодов Д24 - Д29 в проблесковом или постоянном режимах горения и усилитель 33 непосредственно включающий или выключающий светоизлучающие диоды Д24 - Д29 по сигналам фотодатчика 30 или проблескатора 32, управляющих режимами работы сигнальных огней. Причем цвет сигнального огня красный, зеленый, желтый или белый определяется только

25 светоизлучающими полупроводниковыми диодами Д24 - Д29 и их выбор определяется сложившейся навигационной обстановкой на водных путях.

В 3-х сантиметровом радиолокационном диапазоне волн заявляемый навигационный радиооптический групповой отражатель кругового действия с покрытыми алюминиевой фольгой гранями может быть выполнен на основе восьми трехгранных УО с

30 треугольными равными гранями изготовленными, например, из фольгированного стеклотекстолита или плоских алюминиевых листов, или из радиопрозрачного не фольгированного стеклотекстолита, так как треугольные грани покрываются токопроводящей алюминиевой фольгой.

Для обеспечения работы заявляемого навигационного радиооптического группового

35 отражателя кругового действия с покрытыми алюминиевой фольгой гранями в оптическом диапазоне волн в вершины каждого из шести трехгранных УО, формирующих круговую диаграмму светорассеяния в горизонтальной плоскости, на их оптических осях могут быть установлены источники света, выполненные в виде светоизлучающих полупроводниковых диодов типа LES-STAR-3W с белым, красным,

40 зеленым или желтым цветами свечения сигнального с углом излучения  $2\alpha=120^\circ$  как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях. В качестве источника питания постоянного тока с номинальным напряжением 2,6 В и емкостью 150 а/ч может быть использована сухозаряженная батарея типа «Лиман» ТУ 3483-019-04707044-99. В качестве фотоавтомата управления сигнальным огнем может быть использован

45 фотоавтомат серии ФАУСП -3М типа НП-2ТУ 1277187. Фольга алюминиевая может быть выполнена в соответствии с требованиями стандарта ГОСТ 618-2014 из алюминия марок АД1, АДО, АД и АМц.

По сравнению с навигационным радиооптическим групповым отражателем кругового

действия со светоотражающими гранями, заявляемый навигационный радиооптический групповой отражатель кругового действия с покрытыми алюминиевой фольгой гранями обладает расширенными функциональными возможностями в оптическом диапазоне волн так как применение светоотражающего покрытия в виде алюминиевой фольги  
 5 дает возможность обеспечить зеркальность трехкратных отражений светового потока от треугольных граней в каждом из шести УО как с белым, так и с красным, желтым или зеленым цветами свечения. Последнее позволяет обеспечить подачу светосигнальных  
 10 огней соответственно с белым, красным, желтым или зеленым цветами свечения при использовании одних и тех же внутренних светоотражающих поверхностей треугольных граней в виде алюминиевой фольги. При этом цвет сигнального огня задается только типом светоизлучающего диода и определяется сложившейся навигационной обстановкой на водных путях, что существенно расширяет функциональные возможности самого радиооптического группового отражателя кругового действия.

Навигационный радиооптический групповой отражатель кругового действия с  
 15 покрытыми алюминиевой фольгой гранями.

Использованные источники информации

1. Кобак В.О. Радиолокационные отражатели. М.: «Советское радио». - 1975 - 248 с.
2. Канарейкин Д.Б., Потехин Н.Ф. Морская поляриметрия. - Л.: «Судостроение».  
 20 1968 - 328 с.
3. Блинковский Н.К., Гулько В.Л., Крутиков М.В., Мещеряков А.А. Навигационный радиооптический групповой отражатель кругового действия. Патент RU N 2617799, МПК H01Q 15/18. Приоритет от 29.10.2015 г.
4. Блинковский Н.К., Гулько В.Л., Мещеряков А.А. Навигационный радиооптический  
 25 групповой отражатель кругового действия со светоотражающими гранями. Решение о выдаче патента на изобретение от 01.08.2018 г. Заявка №2017128049/28(048392), МПК H01Q 15/18. Приоритет от 04.08.2017 г.
5. Шмерлин И.Е. Монтер судоводной обстановки. - М: «Транспорт», 1972 - 176 с.
6. Шмерлин И.Е. Монтер судоводной обстановки. - М: «Транспорт», 1977 - 173 с.

30

#### (57) Формула изобретения

Навигационный радиооптический групповой отражатель кругового действия с покрытыми алюминиевой фольгой гранями, содержащий групповой радиолокационный отражатель кругового действия со светоотражающим покрытием треугольных граней,  
 35 шесть источников света, фотоавтомат управления сигнальным огнем и источник питания постоянного тока, причем групповой радиолокационный отражатель состоит из восьми трехгранных угловых радиолокационных отражателей, каждый из которых состоит из трех плоских взаимоперпендикулярных металлических или металлизированных  
 40 треугольных отражающих граней одинаковых размеров, значительно превышающих длину волны, фазовые центры рассеяния которых совпадают и находятся в вершинах трехгранных угловых отражателей, входящих в группу, при этом восьмиугольный групповой радиолокационный отражатель ориентирован относительно горизонтальной плоскости так, что плоскости раскрытов двух противоположно направленных  
 45 трехгранных угловых отражателей, входящих в группу, расположены перпендикулярно вертикальной оси, проходящей через их вершины, и совпадают с горизонтальной плоскостью, а шесть других трехгранных угловых отражателей, входящих в группу, расположены вокруг вертикальной оси, проходящей через их фазовые центры рассеяния перпендикулярно горизонтальной плоскости, и формируют

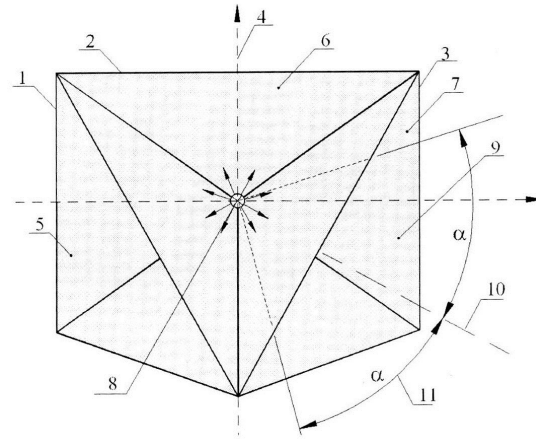
круговую диаграмму обратного рассеяния в этой плоскости в радиолокационном диапазоне волн, причем их электрические оси, или направления, в которых эффективная поверхность рассеяния каждого из шести трехгранных уголкового отражателей максимальна  $\sigma_m$  в горизонтальной и вертикальной плоскостях, совпадают с их

5 геометрическими осями симметрии, проходящими через соответствующие им вершины шести уголкового отражателей перпендикулярно плоскости их раскрытов со стороны внутренних отражающих поверхностей треугольных граней, при этом ширина основного лепестка диаграммы обратного рассеяния каждого из шести трехгранных уголкового отражателей, соответствующая трехкратному отражению электромагнитных волн от  
10 треугольных граней, на уровне  $0.5\sigma_m$  в горизонтальной и вертикальной плоскостях, составляет величину  $42^\circ$ , а шесть источников света расположены в соответствующих им вершинах шести трехгранных уголкового отражателей и подключены через фотоавтомат управления сигнальным огнем к источнику питания постоянного тока, причем каждый из шести источников света выполнен в виде светоизлучающего  
15 полупроводникового диода с белым, красным, зеленым или желтым цветами свечения сигнального огня, подключенных между собой параллельно, и их катодные выводы подсоединены непосредственно к отрицательному полюсу источника питания постоянного тока, а их анодные выводы через фотоавтомат управления сигнальным  
20 огнем подключены к положительному полюсу источника питания постоянного тока, при этом вершины каждого из шести трехгранных уголкового отражателей являются их фокусом в оптическом диапазоне волн и расположены на оптических осях, совпадающих с геометрическими осями симметрии трехгранных уголкового отражателей, в направлении которых сила света в горизонтальной и вертикальной плоскостях  
25 максимальна  $I_m$ , а также совпадают 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  
30 трехгранных уголкового отражателей в пространство 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, отличающийся тем, что светоотражающее покрытие металлизированных или  
35 металлических отражающих поверхностей треугольных граней каждого из шести трехгранных уголкового отражателей с их внутренней стороны выполнено в виде алюминиевой фольги.

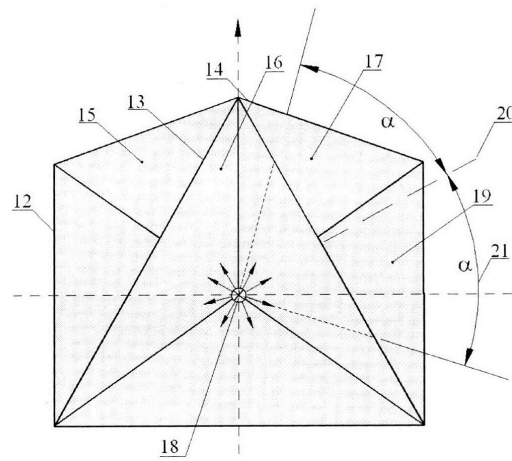
40

45

1

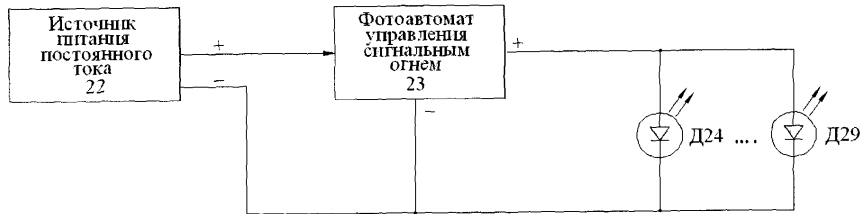


Фиг. 1

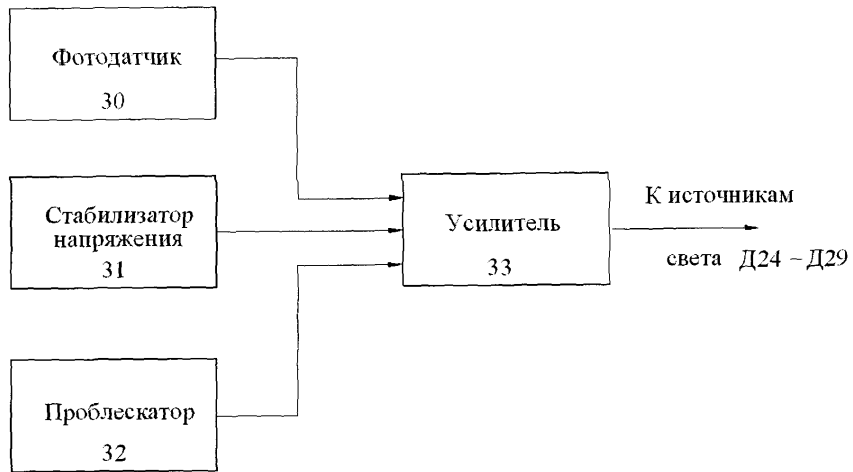


Фиг. 2

2



Фиг.3



Фиг.4