



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013139245/08, 23.08.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
23.08.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 23.08.2013

(45) Опубликовано: 10.09.2015 Бюл. № 25

Адрес для переписки:

105005, Москва, 2-я Бауманская ул., 5, стр. 1,  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, ЦЗИС, нач. пат.  
отдела, пат. поверенному N 1439 М.М.  
Скобелеву

(72) Автор(ы):

Миронов Юрий Михайлович (RU),  
Дамарацкий Иван Анатольевич (RU),  
Нелюб Владимир Александрович (RU),  
Буянов Иван Андреевич (RU),  
Бородулин Алексей Сергеевич (RU),  
Чуднов Илья Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Российская Федерация, от имени которой  
выступает Министерство промышленности  
и торговли Российской Федерации  
(МИНПРОМТОРГ РОССИИ) (RU)

## (54) РАДИООТРАЖАЮЩЕЕ ПОКРЫТИЕ

## Формула полезной модели

Пассивное радиотражающее средство для радиолокационной заметности малого судна, характеризующейся эффективной поверхностью рассеяния в СВЧ диапазоне электромагнитного излучения, включающее радиотражающее покрытие борта малого судна по всему периметру, состоящее из пленочного слоя радиотражающего металла на пленочном слое подложки из прочного эластичного диэлектрического материала; радиотражающее покрытие конструктивно выполнено из плотно состыкованных друг с другом листов с площадями и формами, соответствующими частям поверхности борта малого судна, причем минимальная толщина слоя  $\delta$  радиотражающего металла равна толщине скин-слоя для минимальной рабочей частоты СВЧ диапазона отражаемого электромагнитного излучения и удовлетворяет условию:

$$\delta \geq c \cdot \sqrt{\frac{\epsilon_0}{\pi \cdot f \cdot \mu \cdot \sigma}},$$

где  $c$  - скорость света в вакууме,  $3 \cdot 10^8$  м/с,

$\epsilon_0$  - диэлектрическая постоянная,  $8,854 \cdot 10^{-12}$  Ф/м,

$\mu$  - действительная часть относительной магнитной проницаемости металла,

$f$  - минимальная рабочая частота из СВЧ диапазона отражаемого электромагнитного излучения;

$\sigma$  - электрическая проводимость металла;

при этом слой радиотражающего металла выполнен из алюминия и имеет толщину 1 мкм для СВЧ диапазона электромагнитного излучения больше или равно 9,4 ГГц, а слой подложки выполнен из полимерного материала типа лавсан толщиной 0,1 мкм.

Изобретение относится к области радиолокации и радионавигации, а именно к пассивным радиолокационным (РЛ) средствам увеличения радиолокационной заметности объекта, характеризующейся эффективной поверхностью рассеяния (ЭПР) объекта в сверхвысокочастотном (СВЧ) диапазоне электромагнитного излучения (ЭМИз). Задача - существенное улучшение эксплуатационных характеристик пассивного радиоотражающего средства увеличения РЛ заметности объекта посредством увеличения его ЭПР на рабочих СВЧ, а именно: уменьшение габаритов и массы, отсутствие специальных устройств крепления на борту малогабаритного прогулочного катера, отсутствие паразитной парусности. В качестве пассивного радиоотражающего средства увеличения радиолокационной (РЛ) заметности объекта, характеризующейся эффективной поверхностью рассеяния (ЭПР) в сверхвысокочастотном (СВЧ) диапазоне электромагнитного излучения (ЭМИз) использовано радиоотражающее покрытие значимой части или всего объекта, состоящее из пленочного слоя радиоотражающего металла на пленочном слое подложки из прочного эластичного диэлектрического материала, при этом минимальная толщина слоя металла равна толщине скин-слоя этого металла для минимальной рабочей частоты СВЧ диапазона отражаемого ЭМИз. Минимальная толщина металлического слоя  $\delta$  радиоотражающего покрытия определяется формулой:

$$\delta \geq c \cdot \sqrt{\frac{\epsilon_0}{\pi \cdot f \cdot \mu \cdot \sigma}},$$

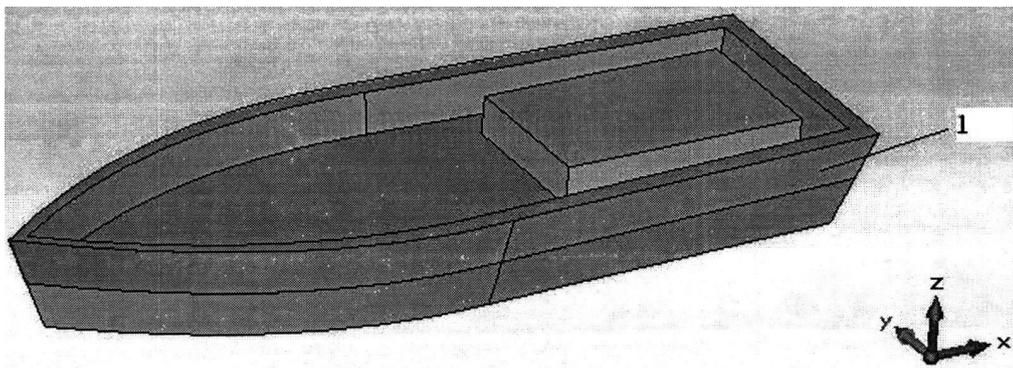
где  $c$  - скорость света в вакууме,  $3 \cdot 10^8$  м/с,

$\epsilon_0$  - диэлектрическая постоянная,  $8,854 \cdot 10^{-12}$  Ф/м,

$\mu$  - действительная часть относительной магнитной проницаемости металла,

$f$  - минимальная рабочая частота из СВЧ диапазона отражаемого ЭМИз.

Радиоотражающее покрытие конструктивно выполнено из плотно состыкованных друг с другом (практически без зазоров) листов заданной площади и формы, соответствующих частям поверхности объекта, на которые эти листы наклеены. 3 з.п. ф-лы. 5 ил.



RU 154757 U1

RU 154757 U1

## Область техники

Полезная модель относится к области радиолокации и радионавигации, а именно к устройствам пассивных радиолокационных (РЛ) средств для радиолокационной заметности малого судна, характеризующейся эффективной поверхностью рассеяния (ЭПР) объекта в сверхвысококачастотном (СВЧ) диапазоне электромагнитного излучения (ЭМИз).

## Уровень техники

Пассивный РЛ отражатель увеличивает ЭПР объекта малого судна за счет того, что сам по себе имеет ЭПР достаточно значимой величины, и, будучи включен в объект малого судна его наружной составной частью, дополнительно увеличивает ЭПР объекта за счет своей ЭПР.

Областью применения заявляемой полезной модели является радионавигация малых судов (например, малогабаритных прогулочных катеров). Так, заявляемым радиоотражающим покрытием актуально покрывать борта малогабаритных прогулочных катеров, выполняемые из диэлектрических композитных материалов или дерева, с целью увеличения ЭПР таких малогабаритных прогулочных катеров на СВЧ. Такие катера нуждаются в пассивных РЛ отражателях для увеличения собственной ЭПР на СВЧ с целью обеспечения собственной безопасности в условиях плохой визуальной видимости, когда такие катера должны быть видимыми радаром (работающими на частоте ЭМИз 9,4 ГГц) окружающих судов [1].

Известным аналогом заявляемого изобретения является пассивный уголкового РЛ отражатель, устанавливаемый на объекте для увеличения его ЭПР на СВЧ [2, 3].

Недостатком уголкового РЛ отражателя является недостаточно широкая пространственная диаграмма ЭПР; поэтому для увеличения ЭПР объекта на СВЧ применяются пассивные РЛ отражатели в виде группы уголкового РЛ отражателей, обладающие расширенной (по отношению к одному уголкового РЛ отражателю) пространственной диаграммой ЭПР. В частности, известен пассивный РЛ отражатель, устанавливаемый на объекте для увеличения его ЭПР на СВЧ - октаэдр - группа из восьми трехгранных соединенных вместе уголкового отражателей [4].

Другим известным аналогом заявляемого изобретения является линза Люнеберга, устанавливаемая на объекте для увеличения его ЭПР на СВЧ [2, 3].

Общими недостатками указанных аналогов являются габариты и масса, достаточно большие для того, чтобы сделать указанные аналоги неудобными в эксплуатации на объектах, например, таких, как малогабаритный прогулочный катер.

Указанные аналоги требуют специальных устройств крепления на борту малогабаритного прогулочного катера, а также обладают паразитной парусностью [5]. Так, радиус линзы Люнеберга  $R$ , обладающей достаточной максимальной величиной ЭПР для применения на малогабаритном прогулочном катере -  $40 \text{ м}^2$  на стандартной частоте ЭМИз 9,4 ГГц (длина волны  $\lambda$  в свободном пространстве 3,2 см) судовых радионавигационных станций [6], составляет по формуле из [3]:

$$R = \sqrt[4]{\frac{40 \cdot \lambda^2}{4 \cdot \pi^3}} = \sqrt[4]{\frac{40 \cdot (3,2 \cdot 10^{-2})^2}{4 \cdot \pi^3}} = 0,135 \text{ (м)} \quad (1)$$

Соответственно, масса такой линзы Люнеберга, выполненной, например, из органического стекла (с плотностью  $1180 \text{ кг/м}^3$  по ГОСТ 10667-90 [7]), составляет:

$$m = \rho \cdot \frac{4 \cdot \pi \cdot R^3}{3} = 1180 \cdot \frac{4 \cdot \pi \cdot 0,135^3}{3} = 12,1 \text{ (кг)} \quad (2)$$

Такие габариты и масса линзы Лüneберга делают ее неудобной в эксплуатации на малогабаритном прогулочном катере: требуют надежного устройства крепления на борту, наделяют объект паразитной парусностью [5].

5 Пассивные РЛ отражатели, применяющиеся на малогабаритных прогулочных катерах для увеличения их ЭПР на СВЧ, выполненные из уголкового РЛ отражателей, также имеют габариты, наделяющие их паразитной парусностью. Так, размер грани уголкового РЛ отражателя для малогабаритных прогулочных катеров лежит в диапазоне 300 мм ... 450 мм. При меньшем размере грани уголкового РЛ отражателя не обеспечивается требуемая величина ЭПР пассивного РЛ отражателя [5].

10 Связанные с габаритами и массой указанных аналогов неудобства их эксплуатации являются неотъемлемыми признаками указанных аналогов, обусловленными зависимостью их ЭПР от их габаритов. При меньших габаритах указанные аналоги не обладают достаточным уровнем ЭПР.

15 Из патентных публикаций наиболее близким аналогом заявляемого объекта можно принять радиолокационный уголкового РЛ отражатель [8] - пассивный РЛ отражатель в виде группы уголкового РЛ отражателей, отличающийся широкий пространственной диаграммой ЭПР.

20 Однако данный аналог обладает всеми недостатками предыдущих указанных аналогов, а именно: имеет большие габариты и массу, что делает его неудобным в эксплуатации на таких объектах, как малогабаритный прогулочный катер, и требует специальные устройства крепления на борту малогабаритного судна.

25 Также известны и другие патентные аналоги схожего назначения (EP 1294052, МПК H01Q15/14, опубл. 19.03.2003, RU 2140690, МПК H01Q15/18, опубл. 27.10.1999, US 6225940, МПК H01Q15/14, опубл. 01.05.2001), каждый из которых имеет различные неполные совокупности схожих признаков с полной совокупностью признаков предлагаемой полезной модели, а именно:

• в патенте EP 1294052 известно радиоотражающее покрытие на поверхности малогабаритного водного транспортного средства (катера), содержащее металлизированную гибкую пленку (металлический слой) с изолирующим слоем.  
30 Радиоотражающее покрытие выполнено из листов, наклеенных на поверхность малогабаритного прогулочного катера. При этом достигается технический результат - уменьшение габаритов и массы, отсутствие специальных устройств крепления на борту малогабаритного прогулочного катера;

• в патенте RU 2140690 известно пассивное радиоотражающее покрытие (отражатель),  
35 в качестве которого использовано радиоотражающее покрытие всего объекта, состоящее из пленочного слоя радиоотражающего металла (покрытие в виде металлической пленки или тонкой алюминиевой фольги) на подложке - полусферах из прочного диэлектрического материала. При этом достигается технический результат - уменьшение габаритов и массы;

40 • в патенте US 6225940 известно радиоотражающее покрытие, конструктивно выполненное из листов заданной площади и формы, соответствующих частям поверхности объекта - малого водного транспортного средства, причем лист радиоотражающего покрытия (отражающий слой) плотно состыкован с другими слоями слоистого объекта, т.е. практически без зазоров.

45 Однако, так как в каждом из указанных аналогов присутствуют неполные совокупности схожих признаков с полной совокупностью существенных признаков предлагаемой полезной модели, то предлагаемая полезная модель удовлетворяет условию «новизны».

### Раскрытие полезной модели

Техническим результатом заявляемой полезной модели является научно обоснованное уменьшение (минимизация) габаритов (или объема) и массы пассивного радиоотражающего средства для радиолокационной заметности малого судна посредством ЭПР на рабочих СВЧ.

Технический результат достигается тем, что пассивное радиотражающее средство для радиолокационной (РЛ) заметности малого судна, характеризующейся эффективной поверхностью рассеяния (ЭПР) в СВЧ диапазоне электромагнитного излучения (ЭМИз), включает радиоотражающее покрытие борта малого судна по всему периметру, состоящее из пленочного слоя радиоотражающего металла на пленочном слое подложки из прочного эластичного диэлектрического материала. Радиоотражающее покрытие конструктивно выполнено из плотно состыкованных друг с другом листов с площадями и формами, соответствующими частям поверхности борта малого судна. Минимальная толщина слоя  $\delta$  радиоотражающего металла равна толщине скин-слоя этого металла для минимальной рабочей частоты СВЧ диапазона отражаемого электромагнитного излучения и удовлетворяет условию:

$$\delta \geq c \cdot \sqrt{\frac{\epsilon_0}{\pi \cdot f \cdot \mu \cdot \sigma}},$$

где  $c$  - скорость света в вакууме,  $3 \cdot 10^8$  м/с,

$\epsilon_0$  - диэлектрическая постоянная,  $8,854 \cdot 10^{-12}$  Ф/м,

$\mu$  - действительная часть относительной магнитной проницаемости металла,

$f$  - минимальная рабочая частота из СВЧ диапазона отражаемого электромагнитного излучения;

$\sigma$  - электрическая проводимость металла

При этом слой радиоотражающего металла преимущественно выполнен из алюминия и имеет толщину 1 мкм для СВЧ диапазона электромагнитного излучения больше или равно 9,4 ГГц, а слой подложки преимущественно выполнен из полимерного материала типа лавсана и имеет толщину 0,1 мкм.

### Перечень фигур

Фиг.1 - виды сбоку и сверху малогабаритного прогулочного катера «Сивуч» [11].

Фиг.2 - компьютерная модель типового малого водного судна, на поверхность борта которого по всему его периметру наклеено радиоотражающее покрытие из отдельных плотно состыкованных друг с другом листов.

Фиг.3 - в декартовой системе координат  $x$ - $y$ - $z$  отдельно радиоотражающее покрытие для примера сравнительного применения на катере «Сивуч».

Фиг.4 - в декартовой системе координат  $x$ - $y$ - $z$  прототипный пассивный уголкового РЛ отражатель для примера сравнительного применения на катере «Сивуч».

Фиг.5 - расположение сферической системы координат  $\Theta$ - $\Phi$  ( $\theta$ - $\varphi$ ), в которой заданы направления распространения плоской электромагнитной волны в примере сравнительного применения радиоотражающего покрытия и прототипного пассивного уголкового РЛ отражателя на катере «Сивуч».

### Осуществление полезной модели

Фиг.5 приведена для объяснения и демонстрации углов падения плоской электромагнитной волны на радиоотражающее покрытие и прототипный пассивный уголкового РЛ отражатель в примере их сравнительного применения на катере «Сивуч».

Структурная конструктивная единица радиоотражающего покрытия - это лист

покрытия (размером до 1 м в длину и ширину), состоящий по минимуму из двух слоев: верхнего и нижнего. Верхний слой - радиоотражающий, материал верхнего слоя имеет высокую электрическую проводимость ( $\sigma \geq 10^6 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$ ). Решением для материала верхнего слоя является металл, например, латунь, медь, алюминий. Толщина верхнего

5 металлического слоя  $\delta$  определяется формулой скин-слоя металла [9]:

$$\delta \geq c \cdot \sqrt{\frac{\epsilon_0}{\pi \cdot f \cdot \mu \cdot \sigma}} \text{ (м)} \quad (3)$$

10 где  $c$  - скорость света в вакууме,  $3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ ;  $\epsilon_0$  - диэлектрическая постоянная,  $8,854 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$ ;  $\mu$  - действительная часть относительной магнитной проницаемости металла;  $f$  - минимальная рабочая частота ЭМИз для объекта радиоотражения, в данном случае малого водного судна; электрическая проводимость  $\sigma \geq 10^6 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$ .

15 Смысл соотношения (3) в том, что толщина верхнего металлического слоя должна быть больше или равна толщине скин-слоя в металле верхнего слоя для заданной минимальной частоты ЭМИз. Верхний слой выполняется сплошным: без вкраплений, пустот и неоднородностей, с высокой степенью гладкости поверхности (например, фольга).

20 Нижний слой предназначен главным образом для улучшения прочностных характеристик покрытия, так как верхний слой (металлическая фольга) сам по себе при малой (микронной) толщине слоя является весьма непрочным. Так, например, при оклеивании пластикового корпуса катера металлической фольгой высока вероятность ее разрыва ввиду недостаточной прочности при толщине  $\sim 1 \text{ мкм}$  (толщина скин-слоя в металле в диапазоне СВЧ ЭМИз). Эта вероятность увеличивается при оклеивании

25 острых кромок, резких изгибов. Проблема прочности верхнего тонкого металлического слоя решается тем, что его наносят на тонкую подложку (нижний слой) из прочного эластичного диэлектрического материала. Простым решением для нижнего слоя является тонкая пленка из полимерного материала, например, лавсана. Толщину нижнего слоя

30 выбирают минимальной, обеспечивающей требуемые прочность и эластичность всего покрытия в прикладной области применения заявляемой полезной модели. Пленка лавсана достаточно прочна и эластична уже при толщине  $0,1 \text{ мкм}$  ( $= 100 \text{ нм}$ ). Нижний слой покрытия также выполняется сплошным: без вкраплений, пустот и неоднородностей.

35 Пример сравнительного применения радиоотражающего покрытия и пассивного уголкового РЛ отражателя [8] на малом прогулочном катере «Сивуч».

Требовалось обеспечить посредством применения заявленного радиоотражающего покрытия малогабаритному прогулочному катеру «Сивуч» ЭПР не менее, чем в случае установки на нем пассивного уголкового РЛ отражателя с широкой пространственной

40 диаграммой ЭПР [8].

Исходные данные для решения задачи: - конструкция малогабаритного прогулочного катера «Сивуч» описана в [11] и приведена на фиг.1; - конструкция пассивного уголкового РЛ отражателя описана в [8] и внешний вид представлен на фиг.4; - частота ЭМИз - 9,4 ГГц (длина волны ЭМЗи - 3,2см) - стандартная частота ЭМИз судовых радионавигационных станций [6].

45

Для обеспечения катеру «Сивуч» ЭПР достаточной величины на нем был сформирован пассивный РЛ отражатель из листов радиоотражающего покрытия. Для этого была полностью обклеена надводная часть борта катера «Сивуч» выше ватерлинии листами предлагаемого радиоотражающего покрытия. Данное

радиоотражающее покрытие представлено в виде компьютерных моделей на фиг.2 (позиция 1 с катером) и фиг.3 (отдельно).

Верхний слой радиоотражающего покрытия - из алюминия и имеет толщину для диапазона СВЧ ЭМИз  $\geq 9,4$  ГГц [6] в соответствии с (3):

$$\delta \geq 3 \cdot 10^8 \cdot \sqrt{\frac{8,854 \cdot 10^{-12}}{\pi \cdot 9,4 \cdot 10^9 \cdot 1 \cdot 3,6 \cdot 10^7}} \geq 8,786 \cdot 10^{-7} \text{ (м)} \quad (4)$$

где  $\mu = 1$ , а  $\sigma$  алюминия равна  $3,6 \cdot 10^7 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$  [10]. Примем толщину верхнего слоя из алюминия с запасом равной 1 мкм. Нижний слой - из лавсана толщиной 0,1 мкм.

Расчет ЭПР радиоотражающего покрытия и сравнение этой ЭПР с ЭПР пассивного уголкового РЛ отражателя [8] произведен в компьютерной программе CST Microwave Studio 2012, специализирующейся на расчете ЭПР объектов сложной геометрической формы. Размер грани пассивного уголкового РЛ отражателя выбран  $a=450$  мм (размер  $a$  показан на фиг.4), чтобы уголкового РЛ отражатель обладал максимальным значением ЭПР.

Вычислена ЭПР на частоте ЭМИз 9,4 ГГц пассивного РЛ отражателя [8] при углах падения плоской электромагнитной волны (ЭМВ) на отражатель  $\Theta=90^\circ, \Phi=0^\circ \dots \Theta=90^\circ, \Phi=360^\circ$  с шагом  $\Phi 45^\circ$ . Расположение сферической системы координат  $\Theta-\Phi$  ( $\theta-\varphi$ ) относительно декартовой системы координат  $x-y-z$  показано на фиг.5. Поляризация падающих на пассивный РЛ отражатель плоских ЭМВ - линейная, вектор напряженности электрического поля параллелен оси  $z$  на фиг.5. Расчет в CST Microwave Studio 2012 произведен асимптотическим методом для случая, когда размеры объекта много больше длины волны ЭМИз (решателем дифференциальных уравнений A-solver). Результаты сравнительных расчетов ЭПР предлагаемого покрытия и пассивного уголкового отражателя [8] приведены в таблице. В таблице указаны углы  $\Theta$  ( $\theta$ ),  $\Phi$  ( $\varphi$ ) падения плоской электромагнитной волны на объект с предлагаемым покрытием и с уголкового РЛ отражателем [8] в сферической системе координат  $\Theta-\Phi$  ( $\theta-\varphi$ ) и результаты расчета ЭПР в примере с катером «Сивуч».

Таблица.		ЭПР объекта в РЛ случае, см <sup>2</sup>						
Углы падения плоской ЭМВ на объект	$\Theta=90^\circ, \varphi=0^\circ$	$\Theta=90^\circ, \varphi=45^\circ$	$\Theta=90^\circ, \varphi=90^\circ$	$\Theta=90^\circ, \varphi=135^\circ$	$\Theta=90^\circ, \varphi=180^\circ$	$\Theta=90^\circ, \varphi=225^\circ$	$\Theta=90^\circ, \varphi=270^\circ$	$\Theta=90^\circ, \varphi=315^\circ$
Пассивный РЛ уголко- вый отражатель [8]	$1,4928 \cdot 10^4$	$1,2 \cdot 10^4$	$1,4928 \cdot 10^4$	$1,2 \cdot 10^4$	$1,4928 \cdot 10^4$	$1,2 \cdot 10^4$	$1,4928 \cdot 10^4$	$1,2 \cdot 10^4$
Предлагаемое радио- отражающее покрытие	$4,18 \cdot 10^4$	$28,99 \cdot 10^4$	$43,3 \cdot 10^4$	$28,99 \cdot 10^4$	$4,28 \cdot 10^4$	$28,99 \cdot 10^4$	$43,3 \cdot 10^4$	$28,99 \cdot 10^4$

Как видно из таблицы, радиоотражающее покрытие, например, обеспечивает катеру «Сивуч» ЭПР, в 13,5 раз большую (в среднем по азимуту - углу  $\Phi$ , при угле места  $\Theta=90^\circ$ ), чем в случае использования прототипа. Это следует из следующего расчета:

$$\frac{4,18 \cdot 10^4}{1,4928 \cdot 10^4} + \frac{28,99 \cdot 10^4}{1,2 \cdot 10^4} + \frac{4,18 \cdot 10^4}{1,4928 \cdot 10^4} + \frac{28,99 \cdot 10^4}{1,2 \cdot 10^4} + \frac{4,18 \cdot 10^4}{1,4928 \cdot 10^4} + \frac{28,99 \cdot 10^4}{1,2 \cdot 10^4} + \frac{4,18 \cdot 10^4}{1,4928 \cdot 10^4} + \frac{28,99 \cdot 10^4}{1,2 \cdot 10^4} = 8 = 13,5 \quad (5)$$

При этом объем покрытия составляет  $1,1 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$  (вычислено в компьютерной программе CST Microwave Studio 2012), что является абсолютно несущественным для катера водоизмещением в  $3,7 \text{ м}^3$  [11]. При этом масса  $m$  покрытия составляет:

$$m = \rho_1 \cdot V + \rho_2 \cdot \frac{V}{10} = 2,7 \cdot 10^3 \cdot 10^{-5} + 1,4 \cdot 10^3 \cdot \frac{10^{-5}}{10} = 0,028 \text{ (кг)} \quad (6)$$

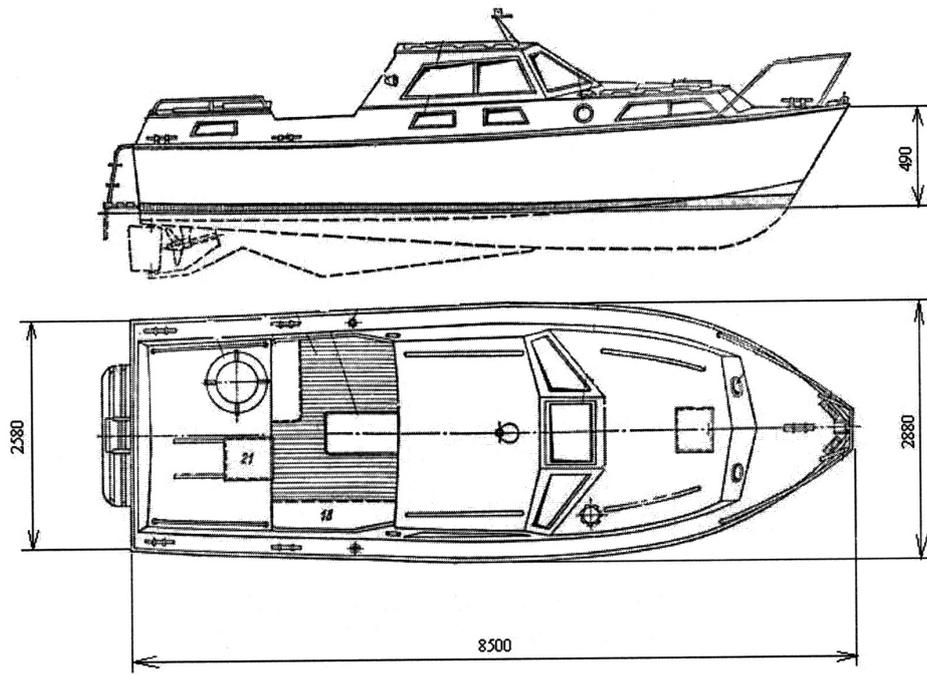
где  $\rho_1=2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$  - плотность алюминия [12],  $\rho_2=1,4 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$  - плотность лавсана [13],  $V=1 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$  - объем металла в покрытии,  $V/10=0,1 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$  - объем лавсана в покрытии (толщина пленки лавсана в 10 раз меньше, чем толщина пленки металла, при равных общих площадях пленок в пассивном РЛ отражателе). Такая масса покрытия также является абсолютно несущественной для катера массой  $3,7 \cdot 10^3 \text{ кг}$  [11].

Практические испытания заявляемой полезной модели в указанном конструктивном и технологическом исполнении также показали, что эксплуатационные характеристики заявляемого изобретения достаточны для сферы его конкретного применения на малых водных судах типа катера «Сивуч».

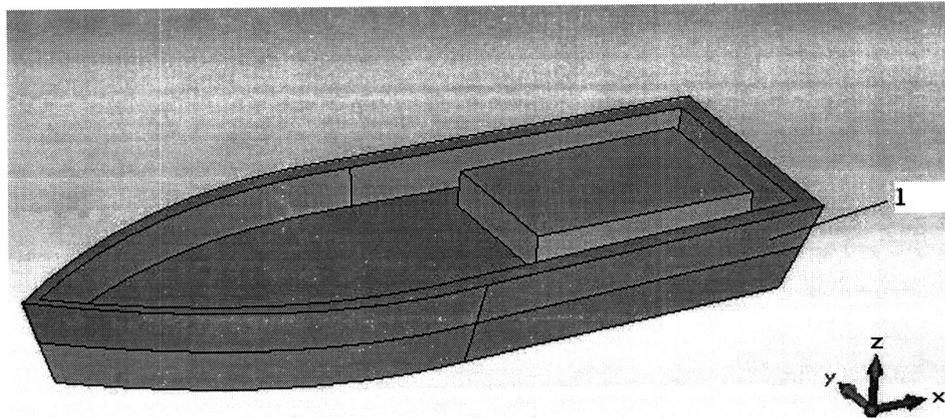
Таким образом, заявляемое устройство имеет практически несущественные габариты, объем и массу, то есть его эксплуатационные характеристики значительно лучше, чем у аналогов и прототипа.

Использованные источники информации:

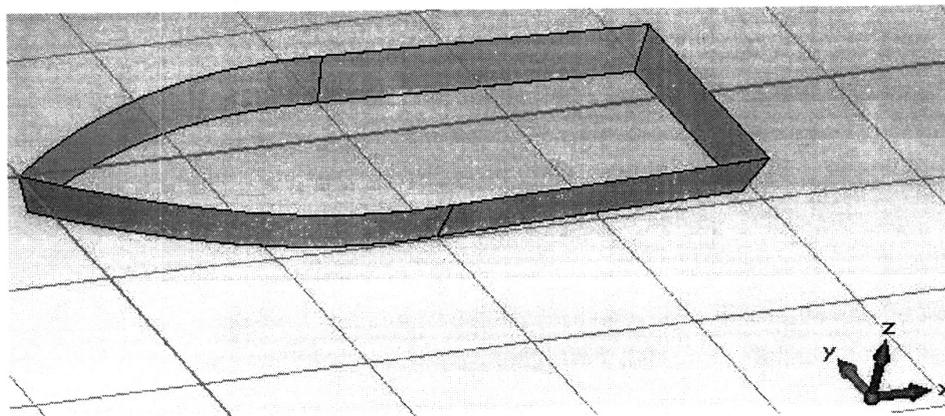
1. Судовая радиолокация. Судовые радиолокационные системы и САРП: Учебник для вузов. Изд. 2-е, переработанное и исправленное / А.А. Дуров, В.С. Кан, Н.Т. Ничипоренко, Ю.М. Устинов; Петропавловск-Камчатский, КамчатГТУ, 2005. - 280 с.
2. Кобак В.О. Радиолокационные отражатели. - М.: Сов. радио, 1975. - 348 с.
3. Финкельштейн М.И. Основы радиолокации. - М.: «Сов. радио», 1983. - 536 с.
4. Радиотехнические системы / Ю.П. Гришин, В.П. Ипатов, Ю.М. Казаринов и др.; Под ред. Ю.М. Казаринова: учеб. для вузов по специальности «Радиотехника». - М.: Высш. шк., 1990. - 496 с.
5. Внимание - пеленг не меняется! // Катера и яхты. - 1968. - №16 - С.126-127.
6. Performance Standards for Navigation Equipment. P.2. ИМО, London, 1982.
7. ГОСТ 10667-90. Стекло органическое листовое. Технические условия. - Взамен ГОСТ 10667-74 и ГОСТ 15809-70; Введ 01.07.91.
8. Патент №2260885, РФ, МПК H01Q 15/18. Радиолокационный уголкового отражатель / А.Ю. Андреев, И.И. Киннунен, А.Г. Кирчанов - Заявка №2003137813/09; заявл. 19.12.2003; опубл. 20.09.2005.
9. А.Н. Матвеев. Электричество и магнетизм. Первое изд. М.: Высшая школа, 1983-463 с.
10. Справочник по электротехническим материалам: том 3 / под ред. Ю.В. Корицкого, В.В. Пасынкова, Б.М. Тареева; ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ, Ленинградское отделение, 1988. - 727 с.
11. Антонов Д. Лодка своими руками. Туристский катер «Сивуч». Швертбот типа «Трепанг» // Катера и яхты. - 1984. - №6 (112) - С.70.
12. Химическая энциклопедия. В 5-ти т. / Ред. кол.: Кнунянц И.Л. (гл. ред.). - М.: Советская энциклопедия, 1988. - Т.1. - С.116. - 623 с.
13. J.G. Speight, Norbert Adolph Lange Lange's handbook of chemistry. - Edition 16. - McGraw-Hill, 2005. - С.2.807-2.758.



Фиг.1

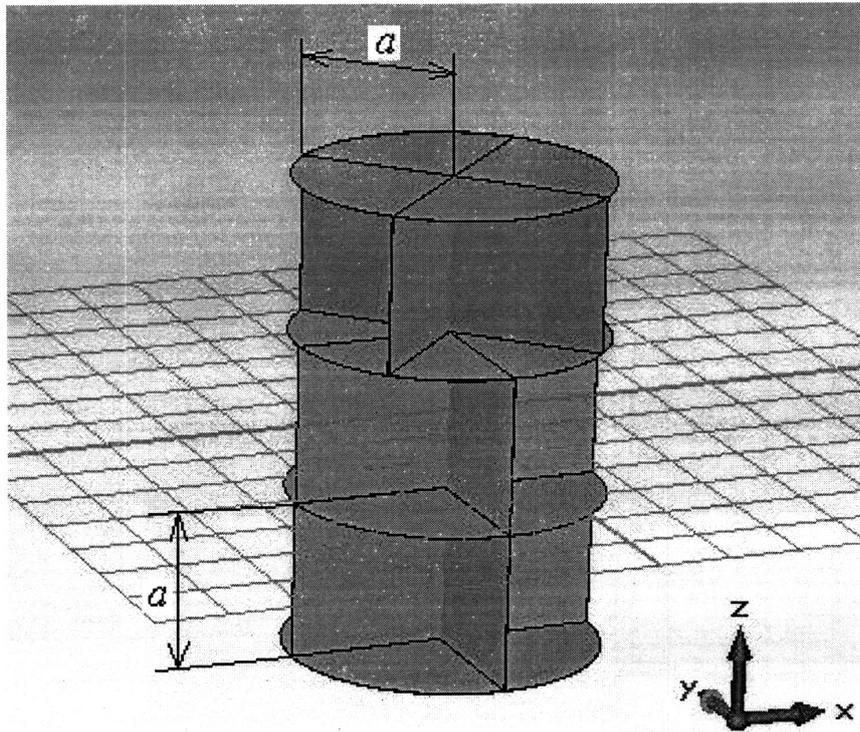


Фиг.2

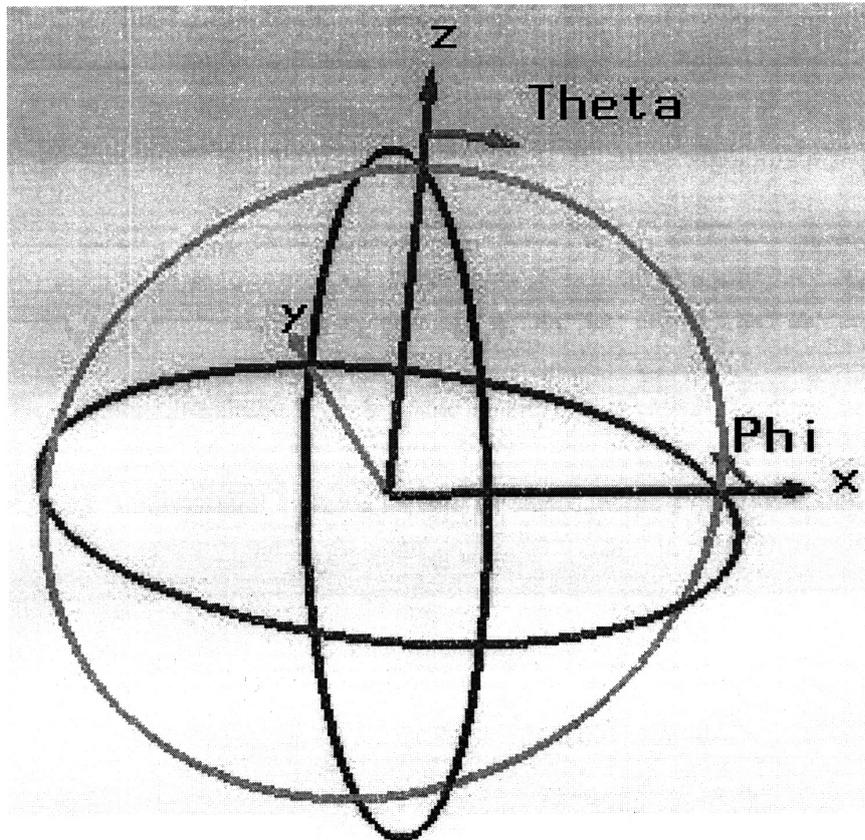


Фиг.3

10



Фиг.4



Фиг.5