



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**(21)(22) Заявка: **2012113658/28, 06.04.2012**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**06.04.2012**

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **06.04.2012**(45) Опубликовано: **20.12.2013** Бюл. № 35(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 102586 U1, 10.03.2011. RU 104330 U1, 10.05.2011. RU 2173865 C1, 20.09.2001. RU 104146 U1, 10.05.2011. RU 20394 U1, 27.10.2001. EP 1426787 A2, 09.06.2004. US 5220537 A, 15.06.1993.**

Адрес для переписки:

**197376, Санкт-Петербург, Чкаловский пр.,  
46, ОАО "Концерн "Океанприбор"**

(72) Автор(ы):

**Рубанов Игорь Лазаревич (RU),  
Стефанов Юрий Александрович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Открытое Акционерное Общество  
"Концерн "Океанприбор" (RU)****(54) ГИДРОАКУСТИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ ДЛЯ НАДВОДНОГО КОРАБЛЯ**

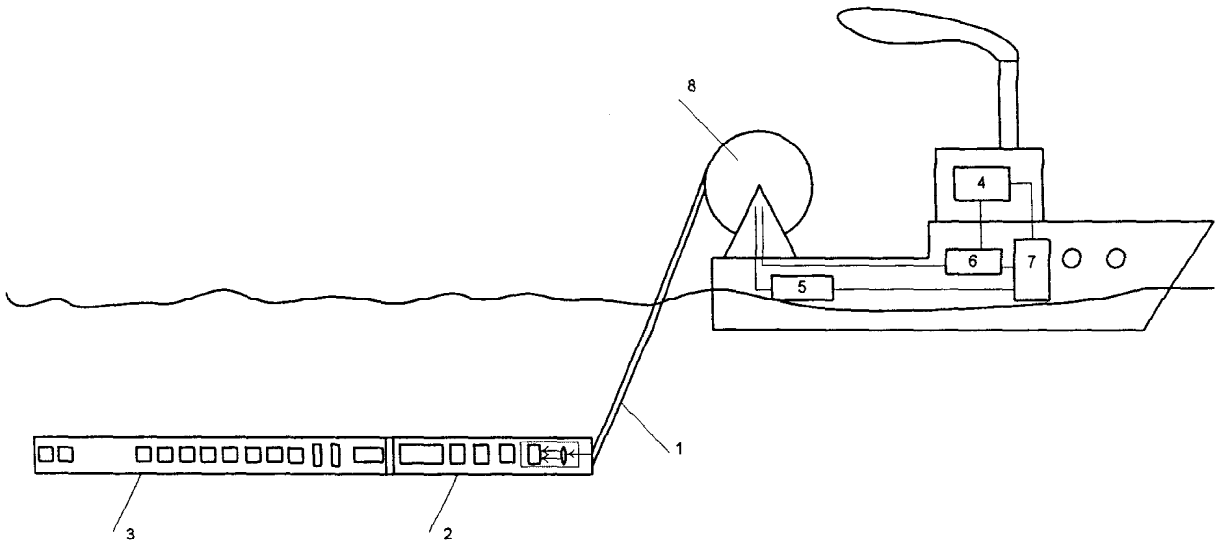
(57) Реферат:

Использование: изобретение относится к области гидроакустики и может быть использовано в гидроакустических станциях надводных кораблей с гибкими протяженными буксируемыми антеннами (ГПБА) для проведения акустического мониторинга окружающей водной среды. Сущность: гидроакустическая станция с гибкой протяженной буксируемой антенной для надводного корабля содержит бортовую часть (БЧ ГАС), соединенную при помощи кабель-буксира с ГПБА, которая состоит из двух секций - пассивной акустической секции (ПАС) и излучающей акустической секции (ИАС). При этом в состав кабель-буксира вводится

дополнительный световод, передающий мощное оптическое излучение, в состав бортовой аппаратуры гидроакустической станции вводится оптоэлектронный блок, обеспечивающий эффективный ввод излучения в такой световод, а в состав ГПБА вводится оптоэлектронный блок, осуществляющий обратное преобразование оптической мощности в электрическую энергию для питания всех потребителей ГПБА. Технический результат - уменьшение диаметра кабель-буксира, уменьшения габаритов и массы спускоподъемного устройства на корабле, уменьшение влияния собственных шумов корабля на принимаемый акустический сигнал. 3 ил.

RU 2 502 085 C1

RU 2 502 085 C1



Фиг.1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2012113658/28, 06.04.2012**  
 (24) Effective date for property rights:  
**06.04.2012**  
 Priority:  
 (22) Date of filing: **06.04.2012**  
 (45) Date of publication: **20.12.2013 Bull. 35**  
 Mail address:  
**197376, Sankt-Peterburg, Chkalovskij pr., 46, OAO**  
**"Kontsern "Okeanpribor"**

(72) Inventor(s):  
**Rubanov Igor' Lazarevich (RU),**  
**Stefanov Jurij Aleksandrovich (RU)**  
 (73) Proprietor(s):  
**Otkrytoe Aktsionernoe Obshchestvo "Kontsern**  
**"Okeanpribor" (RU)**

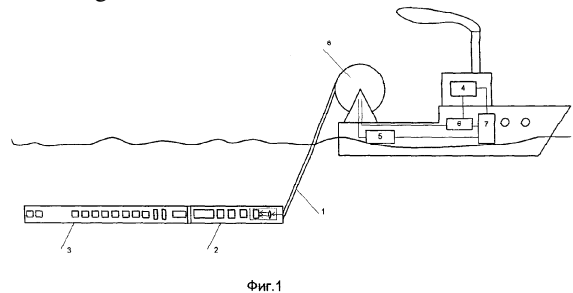
(54) **HYDROACOUSTIC STATION FOR SURFACE SHIP**

(57) Abstract:

FIELD: radio engineering, communication.  
 SUBSTANCE: invention can be used in hydroacoustic stations for surface ships with flexible extended trailing antennae (FETA) for acoustic monitoring of the aquatic environment. The hydroacoustic station with a FETA for a surface ship has an onboard part connected by a towing cable to the FETA, which consists of two sections - a passive acoustic section (PAS) and a radiating acoustic section (RAS). The towing cable further includes a light guide which transmits powerful optical radiation. The onboard equipment of the hydroacoustic station includes an optoelectronic unit which provides efficient entry of radiation into said light guide. The FETA includes an optoelectronic unit

which performs reverse conversion of optical power to electrical energy to supply all FETA consumers.  
 EFFECT: reduced diameter of the towing cable, reduced size and weight of the launching system on the ship, reduced effect of the ship's own noise on the received acoustic signal.

3 dwg



RU 2 502 085 C1

RU 2 502 085 C1

Изобретение относится к области гидроакустики и может быть использовано в гидроакустических станциях надводных кораблей для проведения акустического мониторинга окружающей водной среды.

Известны активно-пассивные гидроакустические станции (ГАС) с гибкими протяженными буксируемыми антеннами (ГПБА) для надводных кораблей (НК) [1], которые структурно состоят из трех основных частей:

- буксируемой части, включающей излучающую акустическую секцию (ИАС), размещенную в буксируемом носителе (БН) и предназначенную для формирования акустической подсветки объекта, и приемную акустическую секцию (ПАС) или гибкую протяженную буксируемую антенну, отдаленную от БН и обеспечивающую прием отраженных акустических сигналов от изучаемых объектов,

- бортовой части, содержащей комплект цифровой и аналоговой аппаратуры обработки полученной информации, генераторное устройство и систему электропитания ГАС,

- кабель-буксиров, соединяющих НК с БН и БН с ГПБА и обеспечивающих их совместную буксировку на удалении от корабля, а также передачу с борта корабля по токопроводящим жилам (ТПЖ) кабеля силового напряжения для обеспечения питания подводной аппаратуры, передачу переменных электрических сигналов от генераторного устройства для работы акустического излучателя в БН и передачу из ГПБА на НК электрических сигналов акустических приемников.

Известна ГАС [2], где отсутствует буксируемый носитель, а ИАС включена в состав ГПБА и последовательно соединена с ПАС, причем выполнена в размер наружного диаметра ГПБА. Система силового электропитания подводной аппаратуры в виде первичных электрических преобразователей расположена на борту НК, а генераторное устройство включено в состав ИАС ГПБА, причем также выполнена в размер диаметра ГПБА. Вход акустических излучателей ИАС соединен с выходом генераторного устройства, вход генераторного устройства соединен с выходом электрических накопителей, которые соединены с помощью ТПЖ кабель-буксира с первичными электрическими преобразователями.

Известна ГАС [3], где излучающая и приемная акустические секции расположены последовательно друг с другом в составе ГПБА и конструктивно выполнены в одном диаметре. Электрический накопитель, генераторное устройство и акустический излучатель последовательно соединены между собой и также расположены в ИАС. В приемной акустической секции ГПБА акустические приемники последовательно соединены с усилителями, многоканальным аналого-цифровым преобразователем (АЦП), а в качестве телекоммуникационного канала передачи данных использована волоконно-оптическая линия связи (ВОЛС).

Указанная ГАС наиболее близка к предлагаемой заявке на изобретение по количеству общих признаков и взята в качестве прототипа.

Применение ВОЛС в составе ГАС с буксируемой антенной, за счет малости потерь сигнала в волоконном световоде на рабочей длине волны оптического излучения и за счет применения цифрового способа передачи данных, позволяет многократно увеличивать длину кабель-буксира и позиционировать ГПБА в области, свободной от акустических шумов собственного корабля-носителя. Снижение уровня собственных шумов позволяет увеличить отношение сигнал/шум и способствовать решению задачи увеличения дальности обнаружения сигналов от цели. Однако ограничивающим фактором увеличения длины комбинированного кабель-буксира является наличие в нем токопроводящих жил, диаметр которых должен увеличиваться с увеличением

длины самого кабеля, что будет приводить к увеличению диаметра и веса кабель-буксира.

Таким образом, недостатком ГАС, выбранной в качестве прототипа, является ограничение возможности постановки ГПБА на больших удалениях от НК и буксировки ее в зоне с минимальным уровнем собственных акустических шумов корабля.

Задачей изобретения является обеспечение возможности постановки ГПБА на больших дальностях от НК, где уровень собственных шумов корабля минимален.

Техническим результатом предложенного устройства ГАС с ГПБА для надводного корабля является:

- уменьшение диаметра кабель-буксира,
- уменьшение размеров конструкции спускоподъемного устройства,
- уменьшение энергопотребления ГАС с ГПБА.

Для достижения указанного технического результата в гидроакустическую станцию для надводного корабля с гибкой протяженной буксируемой антенной, содержащую бортовую часть (БЧ) ГАС, включающую вычислительный комплекс, соединенный с бортовой частью волоконно-оптической линии связи (ВОЛС), и источник питания, а также содержащую кабель-буксир, соединяющий БЧ ГАС с ГПБА и включающий волоконный световод ВОЛС, при этом ГПБА состоит из пассивной акустической секции (ПАС), расположенной в хвостовой части ГПБА и содержащей акустические приемники, электронные блоки предварительной обработки и ВОЛС ГПБА, и из излучающей акустической секции (ИАС), расположенной перед ПАС и содержащей последовательно соединенные накопитель электрической энергии, преобразователь питающих напряжений, генератор и акустический излучатель; причем преобразователь питающих напряжений соединен по питанию с электронными блоками ПАС, а волоконный световод ВОЛС кабель-буксира оптически соединен с одной стороны с волоконным световодом ВОЛС ГПБА, а с другой стороны - с волоконным световодом бортовой части ВОЛС, введены новые признаки, а именно в БЧ ГАС введен бортовой оптический блок, содержащий мощные лазеры непрерывного излучения, электрические входы которых соединены с источником питания, и волоконный сумматор оптического излучения, входные волоконные световоды которого оптически соединены с выходными волоконными световодами мощных лазеров непрерывного излучения, в состав ИАС введен антенный оптический блок, содержащий оптически связанные между собой волоконный световод, оптическую коллимирующую систему и матрицу фотоприемных элементов, а электрический выход матрицы фотоприемных элементов подключен к входу электрического накопителя энергии, причем оптический блок выполнен в размер диаметра ГПБА, а в состав кабель-буксира введен дополнительный волоконный световод, который со стороны бортовой части ГАС оптически связан с выходным волоконным световодом сумматора, а со стороны ГПБА оптически связан с волоконным световодом оптического блока, при этом волоконные световоды бортового и антенного оптических блоков и дополнительный волоконный световод кабель-буксира выполнены способными передавать мощное оптическое излучение.

Целесообразность технического решения, заключающегося в преобразовании электрической энергии в оптическую на борту корабля, доставка ее по световоду кабель-буксира, способному передавать мощное оптическое излучение, и последующее обратное преобразование оптической энергии в электрическую в антенном оптическом блоке, объясняется следующими причинами:

- величина потерь оптической мощности в кварцевом световоде мала (теоретический уровень потерь в кварцевом световоде десятые доли дБ/км),  
- высокая оптическая прочность материала световодов позволяет передавать большие мощности с использованием световодов малого диаметра,  
5 - для передача мощности по световоду принципиально требуется лишь один канал (световод), в то время как при передачи электрической энергии требуется два канала (два электрических проводника).

Таким образом, кабель-буксир с волоконным световодом канала ВОЛС и  
10 волоконным световодом канала передачи оптической мощности может иметь принципиально меньший диаметр. Увеличение длины кабель-буксира будет сопровождаться минимальным приростом оптических потерь в обоих волоконных каналах, при этом диаметр кабель-буксира будет оставаться неизменным, так как диаметры световодов изменяться не будут. В случае же увеличения длины  
15 комбинированного кабель-буксира диаметр волоконного световода ВОЛС будет оставаться неизменным, а увеличение длины ТПЖ приведет к увеличению электрического сопротивления жил, что может быть устранено только увеличением их поперечного сечения, и в итоге будет приводить к увеличению диаметра кабель-  
20 буксира. В результате, замена ТПЖ на волоконный световод приводит к уменьшению диаметра кабель-буксира и обеспечению возможности постановки ГПБА на больших отдалениях от корабля носителя, с использованием лебедки спускоподъемного устройства (СПУ) меньших габаритов и массы, при этом общее энергопотребление ГАС при постановке ГПБА будет уменьшаться.

25 Сущность изобретения поясняется фиг. 1, на которой изображен надводный корабль с ГАС с ГПБА в момент постановки ГПБА в рабочее положение, и фиг.2 (а, б), показывающей схему ГАС с блоками формирования оптической мощности на НК, передачи ее по волоконному кабель-буксиру и обратного преобразования в  
30 электрическую мощность в ИАС ГПБА.

С помощью лебедки спускоподъемного устройства 8 (фиг.1), на барабан которой уложен волоконный кабель-буксир 1, осуществляется спуск ГПБА и ее буксировка на требуемом отдалении от надводного корабля. ГПБА включает в себя излучающую  
35 акустическую секцию 2 и приемную акустическую секцию 3. Корабельная аппаратура гидроакустической станции содержит вычислительный комплекс 4, бортовой оптический блок 5, бортовую часть ВОЛС 6 и электрический источник питающих напряжений 7.

Связующим элементом бортовой части (фиг. 2 а) и антенной части (фиг. 2 б) ГАС с  
40 ГПБА является волоконный кабель-буксир 1. Бортовая часть ГАС (фиг. 2а) включает в себя вычислительный комплекс 4, последовательно соединенный с бортовой частью ВОЛС 6, которая оптически соединена со связным световодом 13 волоконного кабель-  
45 буксира 1. Источник питания 7 обеспечивает подачу электрических напряжений на вычислительный комплекс 4, на бортовую часть ВОЛС 6 и на бортовой оптический блок 5, включающий в себя мощные лазеры непрерывного излучения 9 и волоконный сумматор 10. Выходной световод 11 сумматора оптически соединен со световодом 12, обеспечивающим передачу мощного оптического излучения и входящим в состав  
50 кабель-буксира 1. Пассивная акустическая секция 3 (фиг. 2.б), включающая в себя акустические приемники 22, блок аналого-цифрового преобразования 23, блок управления и уплотнения сигналов 24 и антенную часть ВОЛС 25, и излучающая акустическая секция 2, включающая в себя антенный оптический блок 14, накопитель электрической энергии 18, преобразователь питающих напряжений 19, генератор 20 и

акустический излучатель 21, вместе образуют гибкую протяженную буксируемую антенну. Антенный оптический блок 14 содержит последовательно оптически соединенные световод 15, передающий мощное оптическое излучение, оптическую коллимирующую систему 16 и матрицу фотоприемных элементов 17. Антенный и бортовой оптические блоки 14 и 5 соединены между собой световодом 12, передающим мощное оптическое излучение и являющимся составной частью кабель-буксира 1.

Практическое исполнение блоков, составляющих основу акустической приемной части ГАС с ГПБА (блоки 4, 7, 22, 23, 24), известно из практики гидроакустики, например [4].

Блоки 18, 19, 20, 21 акустической излучающей части приведены в [2].

Блоки ВОЛС 6, 13, 25 аналогичны блокам прототипа.

Достижение заявленного технического результата базируется на использовании следующих технических решений:

- новых типов волоконных световодов 11, 12, 15, обладающих высоким уровнем порога оптической прочности, малыми оптическими потерями в инфракрасном диапазоне длин волн, малым диаметром световедущей жилы, и благодаря этим свойствам входят в состав оптического кабель-буксира,

- малогабаритных модулей на основе мощных полупроводниковых лазеров 9, имеющих высокий коэффициент полезного действия при преобразовании электрической энергии в оптическую и эффективный ввод излучения в световод [6],

- волоконно-оптических компонентов, как то: волоконный сумматор 10, коллиматор оптического излучения 16, способных с малыми потерями осуществлять трансформацию световых потоков большой мощности [7],

- фотоприемных элементов 17 с высокой эффективностью фотоэлектрического преобразования оптической мощности в электрический ток [8].

Работа представленной ГАС с ГПБА осуществляется следующим образом. От источника питания 7 (фиг. 2а) подается питание на вычислительный комплекс 4 и бортовую часть ВОЛС 6, в результате чего управляющие команды из вычислительного комплекса через бортовую часть ВОЛС 6 по световодам 13 линии связи в составе кабель-буксира 1 поступают в аппаратуру антенной части ВОЛС. Одновременно от источника 7 электрическое питание подается в бортовой оптический блок 5 для включения мощных лазеров 9, оптический выход которых сопряжен с волоконными световодами. Далее световоды лазеров объединяются с помощью волоконного сумматора 10 в общий световод 11. Излучение большой мощности по выходному световоду 11, оптически соединенному с волоконным световодом 12, также способным передавать оптическую мощность и входящим в состав кабель-буксира 1, попадает в антенный оптический блок 14, находящийся в хвостовой части ИАС ГПБА. В оптическом блоке световод 12 кабель-буксира оптически сопрягается со световодом 15 антенного оптического блока, который в свою очередь оптически связан с коллимирующей оптической системой 16. Мощное излучение после коллимирующей системы попадает на фотоприемную матрицу 17, где преобразуется в электрический ток, который обеспечивает зарядку накопителя электрической энергии 18. Далее, преобразователем питающих напряжений 19 обеспечивается подача питающих напряжений следующим потребителям: генератору 20, блоку аналого-цифрового преобразователя 23, блоку управления и уплотнения сигналов 24 и антенной части ВОЛС 25. При получении по ВОЛС команды на включение режима акустического излучения блоком 24 запускается генератор 20, обеспечивающий работу

акустического излучателя 21 и посылку звукового импульса. Отраженный от объекта эхо-сигнал принимается акустическими приемниками 22, из электрического аналогового вида преобразуется в цифровой вид в блоке аналого-цифрового преобразования 23, мультиплексируется по времени в блоке управления и уплотнения 5 сигналов 24, с помощью антенной части ВОЛС 24 преобразуется в оптический вид и по волоконному световоду 13 кабель-буксира 1 направляется на НК в бортовую часть ВОЛС 6, преобразуется в электрический вид и поступает в вычислительный комплекс 4, где и осуществляется обработка принятых акустических сигналов.

10 Технический результат подтверждается прямым макетированием. В качестве примера для доставки потребителям в ГПБА электрической мощности постоянного тока 100 Вт на расстояние 1 километр по электрическим ТПЖ в кабель-буксире используется 2 электрические жилы диаметром 0,6 мм каждая, в изоляции 15 диаметром 3,5 мм при этом электрические потери составляют 3 дБ, то есть на входе кабеля должно быть 200 Вт электрической мощности.

Эквивалентная электрическая мощность может быть доставлена в ГПБА, если использовать одиночный волоконный световод из заготовки типа SWU с диаметром световедущей жилы 0,125 мм и наружным диаметром 0,25 мм по защитному 20 полимерному покрытию с потерями 1 дБ/км на длинах волн излучения в инфракрасном диапазоне. Если учесть основные составляющие потерь в оптическом тракте передачи оптической мощности, как-то: эффективность преобразования электрической мощности в оптическую у полупроводниковых лазерных модулей - 70% (потери 1,1 дБ), потери в световоде кабель-буксира - 1 дБ и коэффициент полезного 25 действия матрицы фотоприемных элементов на преобразование мощности оптического излучения в электрическую - 80% (потери 1 дБ), то итоговая цифра потерь составит 3,1 дБ, что потребует применения четырех модулей на основе полупроводниковых лазеров оптической мощностью 50 Вт каждый. То есть для 30 доставки одинаковой электрической мощности в ГПБА потребуется всего один световод диаметром 0,25 мм вместо двух проводников диаметром 3,5 мм каждый.

Таким образом, схема ГАС с ГПБА с преобразованием электрической энергии в оптическую и передача ее по волоконному световоду позволяет применять кабель-буксир меньшего диаметра. В состав кабель-буксира войдут всего два волоконных 35 световода: один это волоконный световод линии связи ВОЛС с наружным диаметром световода 0,25 мм, и второй это волоконный световод для передачи оптической мощности с таким же наружным диаметром. Конструкция кабель-буксира будет с минимальным внутренним наполнением и, соответственно, с минимально возможным 40 наружным диаметром, который определяется теперь только размерами силовых элементов конструкции кабеля, формирующими прочностные свойства кабель-буксира.

В результате ГАС с ГПБА с бортовым и антенным оптическими блоками формирования и преобразования мощного оптического излучения и кабель-буксиром 45 с волоконным световодом доставки оптической мощности позволяет существенно уменьшая диаметр кабель-буксира, увеличивать его длину, уменьшать габариты СПУ и энергопотребление при постановке и выборке ГПБА. Осуществлять постановку ГПБА на больших удалениях от НК, обеспечивая тем самым отстройку от 50 собственных помех корабля и большую дальность обнаружения эхо-сигнала, тем самым успешно решая поставленную задачу.

Источники информации

1. М.Я.Андреев, С.Н.Охрименко, И.Л.Рубанов. Разработка гидроакустической



станции с гибкой протяженной буксируемой антенной для освещения подводной обстановка/Датчики и Системы. 2008, №11, стр.29-31.

2. М.Я.Андреев, В.В.Клюшин, С.В.Козловский, И.Л.Рубанов, Б.Н.Боголюбов. Гидроакустическая станция для надводного корабля, патент на полезную модель №104330.

3. James A. Theriaulta, Frederick D. Cotarasb, D. Linas Siurnac. Towed integrated active-passive sonar using a horizontal projector array sound source: re-visiting a Canadian technology for littoral applications Proc. Undersea Defence Technology Conference, Europe, April 2007.

4. А.П.Евтютов, А. Е. Колесников, Е.А.Корепин и др. Справочник по гидроакустике, 2-е изд. - Л.: Судостроение, 1988.

5. [www.heraeusquartzglas.com](http://www.heraeusquartzglas.com). Heraeus Quarzglas GmbH & Co, KG Fiber.

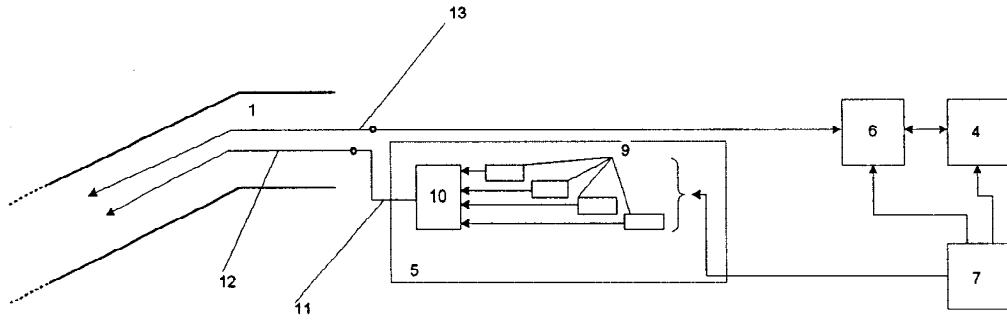
6. [www.ipgphotonics.com](http://www.ipgphotonics.com). IPG Photonics Corporation, USA High power laser module.

7. [www.pulsarmicrowave.com/products/power\\_dividers/4-way\\_high\\_power.htm](http://www.pulsarmicrowave.com/products/power_dividers/4-way_high_power.htm) Pulsar Microwave Corporation, USA.

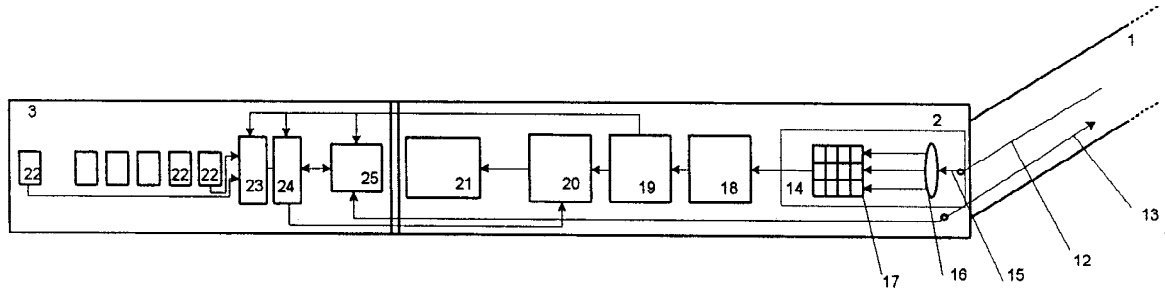
8. [www.ru-expo.ru](http://www.ru-expo.ru).

### Формула изобретения

Гидроакустическая станция (ГАС) с гибкой протяженной буксируемой антенной (ГПБА) для надводного корабля, содержащая бортовую часть (БЧ) ГАС, включающую вычислительный комплекс, соединенный с бортовой частью волоконно-оптической линии связи (ВОЛС), и источник питания, а также содержащая кабель-буксир, соединяющий БЧ ГАС с ГПБА и включающий волоконный световод ВОЛС, при этом ГПБА состоит из пассивной акустической секции (ПАС), расположенной в хвостовой части ГПБА и содержащей акустические приемники, электронные блоки предварительной обработки и ВОЛС ГПБА, и из излучающей акустической секции (ИАС), расположенной перед ПАС и содержащей последовательно соединенные накопитель электрической энергии, преобразователь питающих напряжений, генератор и акустический излучатель; причем преобразователь питающих напряжений соединен по питанию с электронными блоками ПАС, а волоконный световод ВОЛС кабель-буксира оптически соединен с одной стороны с волоконным световодом ВОЛС ГПБА, а с другой стороны - с волоконным световодом бортовой части ВОЛС, отличающаяся тем, что в БЧ ГАС введен бортовой оптический блок, содержащий мощные лазеры непрерывного излучения, электрические входы которых соединены с источником питания, и волоконный сумматор оптического излучения, входные волоконные световоды которого оптически соединены с выходными волоконными световодами мощных лазеров непрерывного излучения, в состав ИАС введен антенный оптический блок, содержащий оптически связанные между собой волоконный световод, оптическую коллимирующую систему и матрицу фотоприемных элементов, а электрический выход матрицы фотоприемных элементов подключен к входу электрического накопителя энергии, причем оптический блок выполнен в размер диаметра ГПБА, а в состав кабель-буксира введен дополнительный волоконный световод, который со стороны бортовой части ГАС оптически связан с выходным волоконным световодом сумматора, а со стороны ГПБА оптически связан с волоконным световодом оптического блока, при этом волоконные световоды бортового и антенного оптических блоков и дополнительный волоконный световод кабель-буксира выполнены способными передавать мощное оптическое излучение.



Фиг.2 а



Фиг.2 б