



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
G01S 3/80 (2019.02)

(21)(22) Заявка: 2017137465, 25.10.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
25.10.2017

Дата регистрации:
11.07.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 25.10.2017

(43) Дата публикации заявки: 25.04.2019 Бюл. № 12

(45) Опубликовано: 11.07.2019 Бюл. № 20

Адрес для переписки:

197376, Санкт-Петербург, Чкаловский пр., 46,
Акционерное общество "Концерн
"Океанприбор"

(72) Автор(ы):

Волкова Анна Александровна (RU),
Филободченко Максим Арсеньевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Акционерное общество "Концерн
"Океанприбор" (RU)

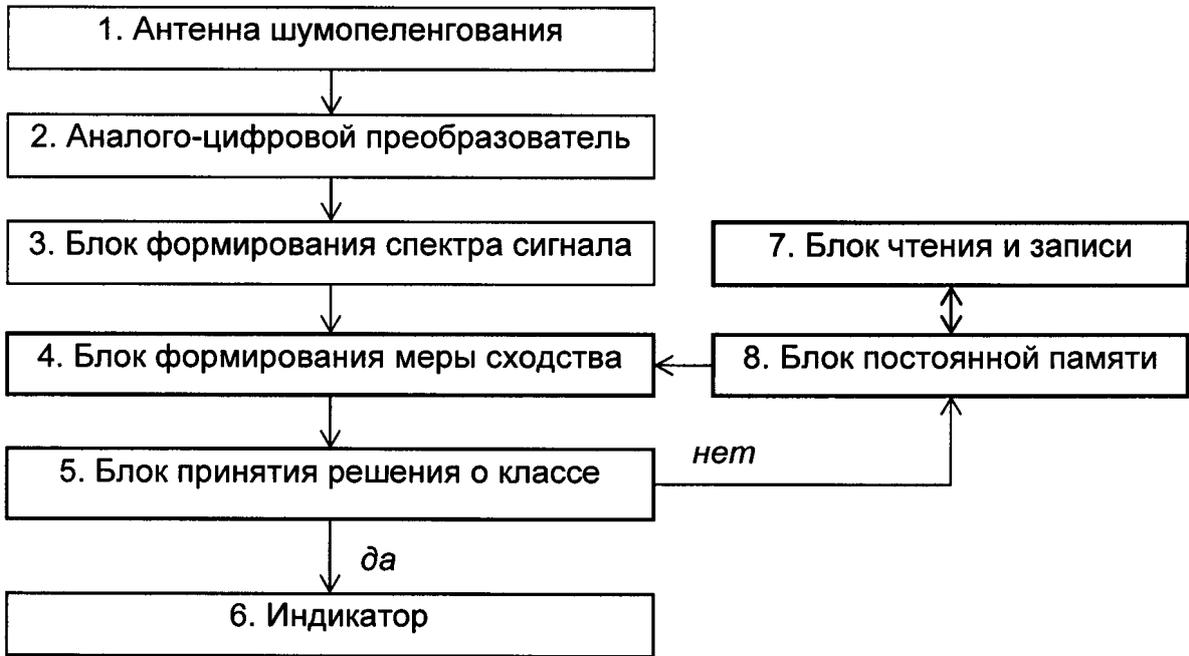
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2546851 C1, 10.04.2015. RU
2262121 C2, 10.10.2005. RU 2590933 C1,
10.07.2016. RU 2624798 C1, 06.07.2017. RU
2208811 C2, 20.07.2003. US 9372255 B2,
21.06.2016.

(54) Устройство классификации шумящих объектов

(57) Реферат:

Изобретение относится к области гидроакустики и предназначено для распознавания объектов по их шумоизлучению. Устройство классификации шумящих объектов, содержащее последовательно соединенные многоэлементную акустическую приемную антенну шумопеленгования, аналого-цифровой преобразователь, блок формирования спектра сигнала, блок формирования меры сходства, блок

принятия решения о классе объекта, индикатор, а также два блока, соединенных между собой двусторонней связью: блок чтения и записи и блок постоянной памяти. Устройство позволяет не только классифицировать объекты, но и дополнять базу данных сигналов эталонных объектов в процессе эксплуатации устройства для расширения перечня классифицируемых объектов. 1 з.п. ф-лы, 1 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
G01S 3/80 (2019.02)

(21)(22) Application: **2017137465, 25.10.2017**

(24) Effective date for property rights:
25.10.2017

Registration date:
11.07.2019

Priority:

(22) Date of filing: **25.10.2017**

(43) Application published: **25.04.2019** Bull. № 12

(45) Date of publication: **11.07.2019** Bull. № 20

Mail address:

**197376, Sankt-Peterburg, Chkalovskij pr., 46,
Aksionernoe obshchestvo "Kontsern
"Okeanpribor"**

(72) Inventor(s):

**Volkova Anna Aleksandrovna (RU),
Filobodchenko Maksim Arsenevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Aksionernoe obshchestvo "Kontsern
"Okeanpribor" (RU)**

(54) **DEVICE FOR CLASSIFYING NOISY OBJECTS**

(57) Abstract:

FIELD: physics.

SUBSTANCE: invention relates to hydroacoustics and is intended for recognition of objects by their noise emission. Noise objects identification device, comprising series-connected multi-element acoustic receiving antenna noise-bearing, analog-digital converter, a signal spectrum shaping unit, a similarity measure formation unit, an object class decision making

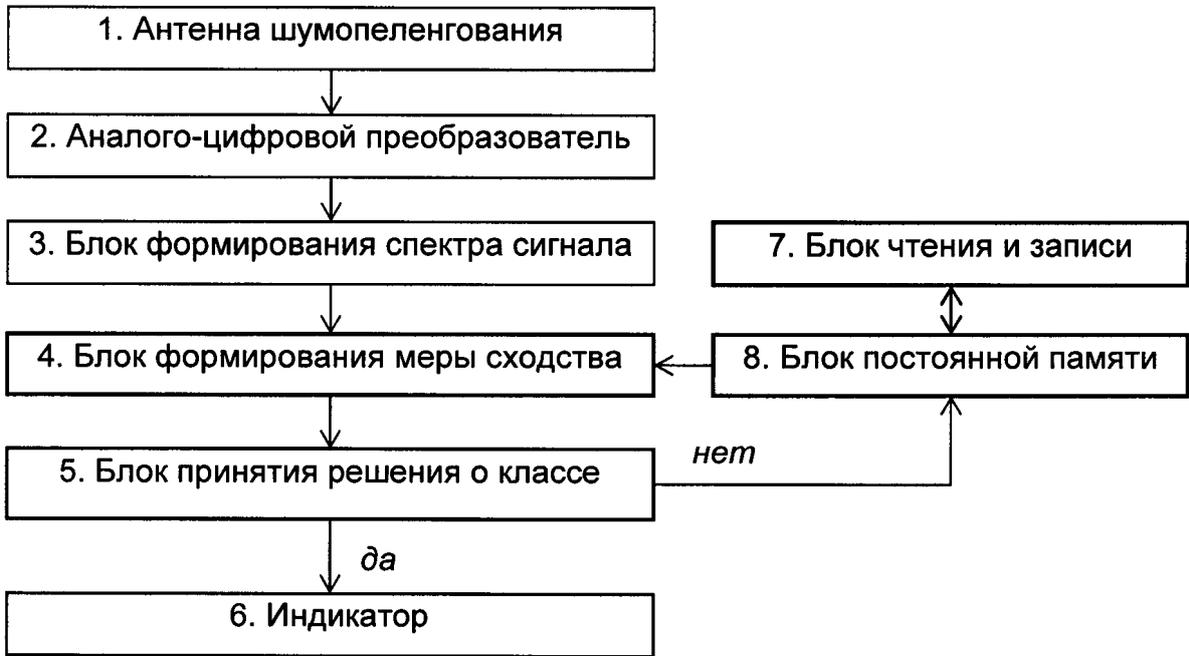
unit, an indicator, as well as two units interconnected by a two-way communication: a reading and writing unit and a permanent memory unit.

EFFECT: device allows not only to classify objects, but also to supplement the database of signals of reference objects during operation of the device for expansion of the list of classified objects.

1 cl, 1 dwg

C 2
1 1 2 7 1
2 6 9 4 2 7 1
R U

R U
2 6 9 4 2 7 1
C 2



Фиг. 1

Изобретение относится к области гидроакустики и предназначено для распознавания объектов по их шумоизлучению.

В системах, основанных на анализе шумоизлучения для обнаружения и классификации объектов, используют особенности спектрального состава сигнала, так называемого «портрета» [1]. Обычно под спектральным «портретом» объекта понимают ограниченный набор характерных гармоник, амплитуда которых превышает сплошную часть спектра, образованную гармониками с близкими амплитудами. Указанные характерные гармоники называют дискретными составляющими, или дискретами.

Известно устройство классификации шумящих объектов [2], основанное на измерении средней частоты полосы шумоизлучения сигнала, и последующем сравнении этой частоты с эталонными частотами объектов определенных классов. Классификация этим устройством неэффективна, поскольку средняя частота полосы спектра определяется в первую очередь расстоянием до объекта [3], и только во вторую очередь классом объекта по уровню его шумоизлучения.

Известно устройство классификации шумящих объектов [4], основанное на анализе спектрального состава шумоизлучения сигнала, и последующем сравнении обнаруженных дискретных составляющих с эталонными дискретными составляющими объектов определенных классов. Это устройство принципиально может работать только в том случае, если все шумящие объекты одного класса имеют общие дискретные составляющие, что для большинства современных шумящих объектов не наблюдается [5].

Наиболее близким аналогом предлагаемого изобретения является устройство классификации шумящих объектов [6], которое принято за прототип.

Устройство-прототип содержит следующие последовательно соединенные блоки:
многоэлементную акустическую приемную антенну шумопеленгования;
аналого-цифровой преобразователь;
блок формирования спектра сигнала;
блок обнаружения дискретных составляющих;
блок принятия решения о классе объекта,
индикатор.

Указанное устройство путем деления антенны на две половины и последующей обработки при формировании спектра сигнала позволяет снизить влияние распределенной шумовой помехи, принимаемой боковым полем характеристики направленности. Однако сама классификация этим устройством недостаточно эффективна по двум причинам. Во-первых, в основе классификации лежит неустойчивая процедура обнаружения дискретных составляющих, при которой всегда есть вероятность как пропуска обнаружения дискреты, так и ложного обнаружения несуществующей дискреты [7]. Во-вторых, устройство не способно классифицировать объекты, спектральный состав сигнала которых не известен разработчику.

Задачей изобретения является повышение эффективности классификации шумящих объектов по спектральным характеристикам их шумоизлучения.

Для решения поставленной задачи в устройство классификации шумящих объектов, содержащее последовательно соединенные многоэлементную акустическую приемную антенну шумопеленгования, аналого-цифровой преобразователь, блок формирования спектра сигнала, также содержащее последовательно соединенные блок принятия решения о классе объекта и индикатор, введены новые признаки, а именно: блок формирования меры сходства и блок постоянной памяти, при этом вход блока формирования меры сходства соединен с выходом блока формирования спектра сигнала,

а его выход соединен со входом блока принятия решения о классе, второй выход которого соединен с входом блока постоянной памяти, выход блока постоянной памяти соединен со вторым входом блока формирования меры сходства, при этом блок формирования меры сходства выполнен в виде вычислителя, реализующего расчет совокупности мер сходства между сформированным спектром измеренного сигнала и спектрами сигналов эталонных классов из базы, хранящейся в блоке постоянной памяти, с последующим выбором максимальной меры сходства, а блок принятия решения о классе выполнен в виде порогового устройства сравнения максимальной меры сходства с порогом и выдачи в зависимости от результата сравнения либо принятого решения о классе на индикатор, либо спектра измеренного сигнала в блок постоянной памяти для дополнения базы спектров эталонных классов.

Дополнительно для осуществления связи с внешними устройствами в устройство может быть введен блок чтения и записи, соединенный двусторонней связью с блоком постоянной памяти, и реализующий перемещение базы спектров эталонных сигналов между блоком постоянной памяти и внешними носителями информации.

Техническим результатом изобретения является обеспечение возможности классификации объектов, спектральные характеристики которых априорно не известны разработчику, и, в том числе, объектов, в спектре которых отсутствуют ярко выраженные характерные дискретные составляющие.

Покажем возможность достижения указанного технического результата предложенным устройством.

Введение в устройство блока формирования меры сходства в совокупности блоком постоянной памяти позволяет использовать для анализа не ограниченный набор дискретных составляющих, эталонный перечень которых зафиксирован разработчиком, как в устройстве-прототипе, а полную совокупность гармоник спектра (весь спектр). В полную совокупность гармоник входят как характерные дискретности, так и все остальные гармоники, образующие сплошную часть спектра. Это позволяет учесть при классификации полный набор свойств объекта, присутствующих в его спектре: и совокупность характерных дискрет, как в [4, 6], и форму сплошной части спектра, и среднюю частоту полосы спектра, как в [2]. Кроме того, процедура формирования мер сходства [8], основанная на анализе всего спектра, не требует предварительного обнаружения характерных дискрет. В связи с этим, процедура будет правильно работать даже в случае, когда у объекта характерные дискретности выражены слабо или отсутствуют. А блок постоянной памяти, кроме хранения, позволяет в процессе работы устройства дополнять базу спектров сигналов, состоящую из полной совокупности гармоник спектра, новыми записями, которые не были априорно известны разработчику, и тем самым расширять перечень классов.

Для обеспечения работы вновь введенных блоков, блок принятия решения выполнен в виде порогового устройства, обеспечивающего обратную связь между блоком формирования меры сходства и блоком постоянной памяти в том случае, когда спектр вновь измеренного сигнала оказывается отличным от всех спектров сигналов эталонных классов из базы.

В заявляемое устройство дополнительно может быть введен блок чтения и записи, который позволит переносить сформированную в процессе работы устройства базу на другие образцы устройства, обеспечивая накопление общей совокупности знаний о спектральных «портретах» шумящих объектов. Накопленная совокупность знаний может быть использована в дальнейшем, как для прикладных задач классификации, так и для научных задач разработки новых методов классификации.

Таким образом, эффективность классификации заявленного устройства увеличивается относительно аналогов, использующих для классификации только одно свойство спектра объекта.

5 Сущность изобретения поясняется фиг. 1, на которой приведена блок-схема устройства классификации шумящих объектов.

Заявленное устройство (фиг. 1) содержит последовательно соединенные блоки: многоэлементная антенна шумопеленгования 1, аналого-цифровой преобразователь 2, блок 3 формирования спектра сигнала, блок 4 формирования меры сходства, блок 5 принятия решения о классе, индикатор 6, а также блок 8 постоянной памяти, вход которого соединен со вторым выходом блока 5, а выход - со вторым входом блока 4.

10 Устройство может быть дополнено блоком 7 чтения и записи, соединенным двусторонней связью с блоком 8.

Многоэлементная антенна 1 шумопеленгования известна из [9], при этом антенные модули могут быть выполнены согласно [10]. Аналого-цифровое преобразование (блок 2) выполняется согласно [11]. Блок 3 формирования спектра сигнала включает процедуры быстрого преобразования Фурье, накопления во времени, определения суммарного и разностного спектров двух полуантенн для очищения спектра сигнала от помехи согласно [6]. Блок 4 формирования меры сходства и блок 5 принятия решения о классе могут быть выполнены в модулях программируемых процессоров сигналов и в модулях универсальной части цифрового вычислительного комплекса [12]. В качестве мер сходства может использоваться любая из известных мер сходства, например, коэффициент корреляции или Евклидово расстояние [8]. Порог для принятия решения выбирается на основании требуемой вероятности ложной классификации согласно [7]. Индикатор, блок постоянной памяти и блок чтения и записи реализуются, например, в пультовом приборе и накопителе на оптическом диске согласно [12]. База спектров имеет унифицированную структуру хранения. Каждая запись кроме таблицы спектра сигнала со столбцами «частота» и «амплитуда», содержит сопутствующую информацию: имя эталонного класса, дата, время и условия записи.

В динамике работы устройства шумовой сигнал объектов, принятый антенной 1, поступает в блок 2, в котором осуществляется перевод сигнала из аналогового в цифровой вид. Далее сигнал поступает в блок 3, в котором осуществляется очистка сигнала от распределенной помехи, перевод в частотную область и накопление во времени. Далее измеренный спектр сигнала поступает в блок 4. Одновременно в блок 4 из блока 8 поступает база спектров сигналов эталонных классов, сформированная к текущему моменту времени. В блоке 4 осуществляется процедура формирования мер сходства между измеренным спектром сигнала и каждым спектром сигнала эталонного класса из базы. Максимальная из полученных мер сходства, соответствующее ей имя эталонного класса и измеренный спектр сигнала поступают в блок 5, в котором реализуется процедура сравнения меры сходства с порогом. В случае, если значение максимальной меры сходства превышает порог, из блока 5 в индикатор 1 для отображения поступает имя эталонного класса. В противном случае, из блока 5 в блок 8 поступает измеренный спектр сигнала. В блоке 8 база спектров сигналов эталонных классов дополняется новой записью, содержащей спектр измеренного сигнала. При следующем акте работы устройства в блок 4 из блока 8 будет поступать вновь сформированная база спектров эталонных классов. Тогда в блоке 4 будет формироваться дополненная совокупность мер сходства, которая позволит в блоке 5 принять решение о классе и отобразить его на индикаторе 6.

Блок 7 включается в работу устройства по мере необходимости, и позволяет

записывать базу данных на внешний накопитель информации для переноса на другой образец устройства, либо считывать базу данных, сформированную на другом образце устройства.

5 Все изложенное позволяет считать задачу изобретения решенной. Предложено устройство классификации шумящих объектов, обеспечивающее классификацию объектов, спектральные характеристики которых априорно не известны разработчику, и, в том числе, объектов, в спектре которых отсутствуют ярко выраженные характерные дискретные составляющие.

ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

- 10 1. Бурдик В.С. Анализ гидроакустических систем. Л.: Судостроение. 1988
2. Тимошенко В.Г., Дядченко Т.З. Патент РФ №2262121 от 24.04.2003. Способ классификации шумящих объектов. МПК G01S 3/80
3. Хортон Дж. У Основы гидролокации. Л.: Судпромгиз. 1961
4. Деев В.В. и др. Анализ информации оператором - гидроакустиком. Л.: Судостроение. 1989
- 15 5. Мясников Л.Л., Мясникова Е.Н. Автоматическое распознавание звуковых образов. Л.: Энергия. 1970
6. Афанасьев А.Н. Знаменская Т.К. Патент РФ №2546851 от 11.12.2013. Способ классификации гидроакустических сигналов шумоизлучения морского объекта. МПК G01S 3/80
- 20 7. Тюрин А.М. Введение в теорию статистических методов в гидроакустике. Л. 1963
8. Ту Дж., Гонсалес Р. Принципы распознавания образов / Пер. с англ. М.: Мир. 1978
9. Литвиненко СЛ. Патент РФ №2515133 от 10.05.2014 Сферическая гидроакустическая антенна. МПК G01S 15/00
- 25 10. Смаришев М.Д., Черняховский А.Е., Иванов А.М., Шатохин А.В., Селезнев И.А., Никандров В.А., Маляров К.В., Барсуков Ю.В. Патент РФ №2539819 от 27.01.2015. Антенный модуль с цифровым выходом. МПК H04R 1/44
11. Айфичер Э.С., Джервис Б.У. Цифровая обработка сигналов: практический подход / Пер. с англ. М.: ООО «И.Д. Вильямс». 2017
- 30 12. Бетелин В.Б., Капустин Г.И., Кокурин В.А., Корякин Ю.А., Лисс А.Р., Немытов А.И., Першин А.С., Рыжиков А.В., Челпанов А.В., Шалин С.А. Патент РФ №2207620 от 10.03.2003. Цифровой вычислительный комплекс для обработки сигналов в гидроакустических системах. МПК G06F 15/16, G01S 15/88

(57) Формула изобретения

35 1. Устройство классификации шумящих объектов, содержащее последовательно соединенные многоэлементную акустическую приемную антенну шумопеленгования, аналого-цифровой преобразователь, блок формирования спектра сигнала, также содержащее последовательно соединенные блок принятия решения о классе объекта
40 и индикатор, отличающееся тем, что в него введены блок формирования меры сходства и блок постоянной памяти, при этом вход блока формирования меры сходства соединен с выходом блока формирования спектра сигнала, а его выход соединен со входом блока принятия решения о классе, второй выход которого соединен с входом блока постоянной памяти, выход блока постоянной памяти соединен со вторым входом блока
45 формирования меры сходства, при этом блок формирования меры сходства выполнен в виде вычислителя, реализующего расчет совокупности мер сходства между сформированным спектром измеренного сигнала и спектрами сигналов эталонных классов из базы, хранящейся в блоке постоянной памяти, с последующим выбором

максимальной меры сходства, а блок принятия решения о классе выполнен в виде порогового устройства сравнения максимальной меры сходства с порогом и выдачи в зависимости от результата сравнения либо принятого решения о классе на индикатор, либо спектра измеренного сигнала в блок постоянной памяти для дополнения базы спектров эталонных классов.

2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что в него введен блок чтения и записи, соединенный двусторонней связью с блоком постоянной памяти, для перемещения базы спектров эталонных сигналов между блоком постоянной памяти и внешними носителями информации.

10

15

20

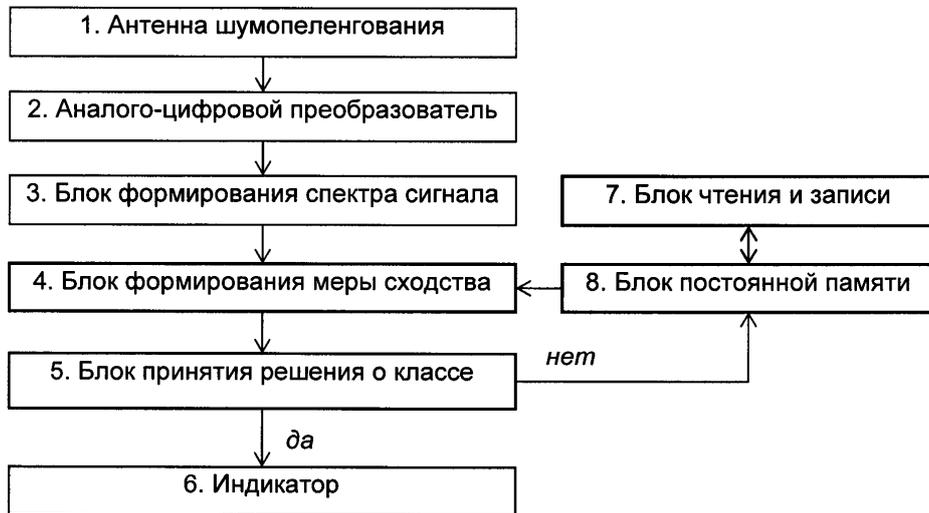
25

30

35

40

45



Фиг. 1