



РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) RU (11)

18 858 (13) U1

(51) МПК  
G01S 15/00 (2000.01)

## (12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21), (22) Заявка: 2000131955/20, 18.12.2000

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
18.12.2000

(46) Опубликовано: 20.07.2001

Адрес для переписки:

197376, Санкт-Петербург, Чкаловский пр.,  
46, ФГУП "ЦНИИ "Морфизприбор"

(71) Заявитель(и):

Федеральное государственное унитарное  
предприятие "Центральный  
научно-исследовательский институт  
"Морфизприбор"

(72) Автор(ы):

Хагабанов С.М.,  
Бальян Р.Х.,  
Афруткин Г.И.,  
Жуков В.Б.,  
Школьников И.С.,  
Яковлев А.Д.,  
Кузнецов В.М.,  
Позерн В.И.

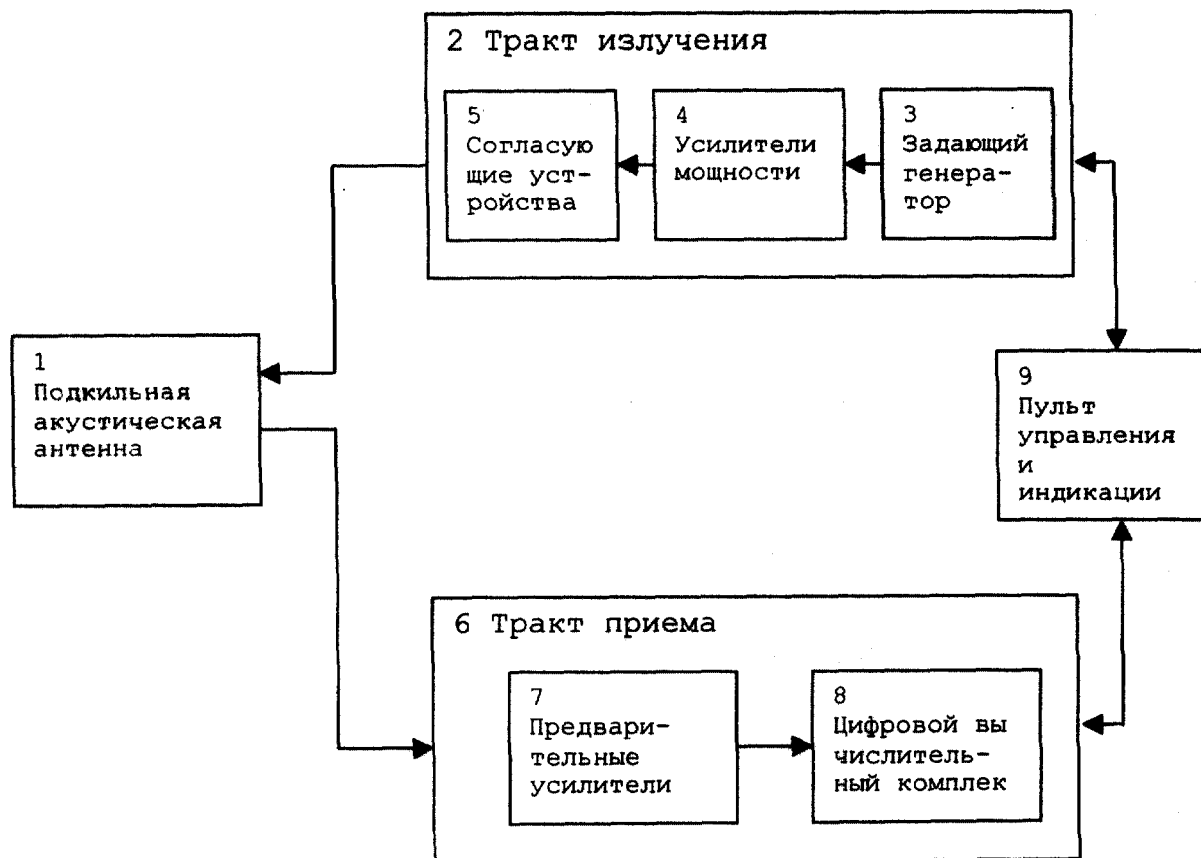
(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное унитарное  
предприятие "Центральный  
научно-исследовательский институт  
"Морфизприбор"

## (54) ГИДРОАКУСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС С ПОДКИЛЬНОЙ АКУСТИЧЕСКОЙ АНТЕННОЙ ДЛЯ НАДВОДНЫХ КОРАБЛЕЙ

### (57) Формула полезной модели

Гидроакустический комплекс для надводных кораблей, осуществляющий поиск подводных и надводных объектов, содержащий подкильную приемно-излучающую акустическую антенну с пьезоэлектрическими преобразователями, вход которой соединен с выходом тракта излучения и входом тракта приема, а также пульт управления и индикации, информационный вход которого подключен к информационному выходу тракта приема, а входы управления пульта, трактов излучения и приема соединены между собой, отличающийся тем, что преобразователи акустической антенны выполнены двухрезонансными, причем частота первого резонанса находится в интервале частот, оптимизированном для поиска крупноразмерных объектов, частота второго резонанса находится в интервале частот, оптимизированном для поиска малоразмерных объектов, рабочая полоса частот трактов излучения и приема охватывает оба этих интервала частот, а пульт управления и индикации обеспечивает поиск крупноразмерных и малоразмерных объектов.



2000131955

ГИДРОАКУСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС С ПОДКИЛЬНОЙ АКУСТИЧЕСКОЙ  
АНТЕННОЙ ДЛЯ НАДВОДНЫХ КОРАБЛЕЙ.

Предложение относится к области гидроакустической техники и предназначено для совершенствования средств гидроакустического вооружения надводных кораблей.

Известны гидроакустические комплексы для надводных кораблей (НК) с подкильной приемно-излучающей антенной, предназначенные для поиска подводных и надводных крупноразмерных объектов в общем случае в режимах гидролокации, шумопеленгования, обнаружения гидроакустических сигналов, классификации. В частных случаях комплекс может не иметь некоторых из упомянутых режимов. К крупноразмерным объектам отнесем цели типа подводных лодок и надводных кораблей, имеющих эквивалентный радиус (5 - 10)м и более (см., например, книгу А.П.Сташкевича «Акустика моря», Л.: «Судостроение», 1966г. Стр. 325 - 331). Сведения о параметрах гидроакустических комплексов для НК, состоящих на вооружении в США, Великобритании, ФРГ и других странах НАТО, приведены, например, в JANE'S WEAPON SYSTEMS, 1987-1988г.г., р.р. 451, 597, 607 - 608, 610 - 611.

2000131955

В состав этих комплексов входят:

приемно-излучающая акустическая антенна с пьезоэлектрическими преобразователями, имеющими один резонанс, предназначенная для излучения зондирующих сигналов в режимах гидролокации и звукоподводной связи и приема сигналов во всех рабочих режимах;

тракт излучения зондирующих сигналов, включающий задающий генератор, усилители мощности и устройства согласования с акустической антенной;

тракт приема сигналов, включающий предварительные усилители, устройства пространственно-временной обработки информации;

пульт управления комплексом и индикации принятых и обработанных сигналов.

Так, например, к ним относится комплекс AN/SQS-23 (США). Этот комплекс содержит подкильную акустическую цилиндрическую антенну диаметром 2,4м, высотой 1м. Частота резонанса преобразователей антенны лежит в пределах (4,5 - 5,5)кГц. Комплекс осуществляет поиск подводных лодок и надводных кораблей в режимах гидролокации и шумопеленгования (см. Простаков А.Л. Гидроакустические средства флота. М.: Воениздат. 1974г. Стр.8 - 13).

Комплекс AN/SQS-26 (США) содержит акустическую цилиндрическую антенну диаметром 4,8м, высотой 1,66м. Частота резонанса преобразователей антенны лежит в пределах (3 - 4)кГц. Комплекс осуществляет поиск подводных лодок и надводных кораблей в режимах гидролокации и шумопеленгования

2000/319.55

(см. Простаков А.Л. Гидроакустические средства флота. М.: Воениздат. 1974г. Стр.13 - 18).

Комплекс AN/SQS-53 (США) является модернизацией комплекса AN/SQS-26 и, наряду с режимами гидролокации и шумопеленгования, может работать в режиме классификации целей и звукоподводной связи.

Комплекс 2016 (Великобритания) содержит акустическую цилиндрическую антенну с частотой резонанса преобразователей около 5кГц. Комплекс осуществляет поиск подводных лодок, надводных кораблей в режимах гидролокации, шумопеленгования, классификации. Реализуется также поиск торпед в режиме шумопеленгования.

Недостатком приведенных выше и других известных гидроакустических комплексов с подкильной акустической антенной является то, что они не решают задачи поиска торпед или полностью, или в объеме, требующемся сегодня, учитывая параметры современных торпед и современного противоторпедного оружия НК. Цели типа торпеды относятся к малоразмерным целям, имеющим величины эквивалентного радиуса в пределах (0,1 - 0,5)м. (см. книгу Роберта Дж. Урика «Основы гидроакустики», пер. с англ., Л.: «Судостроение», 1978г., стр. 330).

Наиболее близким к заявляемой полезной модели аналогом является гидроакустический комплекс для надводных кораблей с подкильной антенной AN/SQS-56 (США). Описание данного комплекса приведено, например, в JANE'S WEAPON SYSTEMS, 1987-1988г.г.; в «Справочнике по гидроакустике», Л.: Судостроение, 1988г., стр.24 - 25, а также в книге «Применение цифровой обработки сигналов»,

2000 131955

под ред. Э.Оппенгейма, пер. с англ., М.: изд. «Мир», 1980г.,  
стр. 428 - 431.

Комплекс содержит подкильную акустическую цилиндрическую антенну диаметром 1,22м, высотой 0,97м. Преобразователи антенны имеют частоту резонанса в пределах (6 - 8,4)кГц. Комплекс осуществляет поиск подводных лодок и надводных кораблей в режимах гидролокации, шумопеленгования, классификации.

Помимо акустической антенны, комплекс содержит тракт излучения, включающий задающий генератор, усилители мощности и устройства согласования; тракт приема, включающий предварительные усилители и цифровой вычислительный комплекс; пульт управления и индикации.

Акустическая антенна комплекса предназначена для преобразования электрических сигналов, поступающих на нее от тракта излучения в режиме гидролокации, в акустические сигналы, и для преобразования принимаемых акустических сигналов рабочих режимов в электрические сигналы, которые подаются на тракт приема.

Тракт излучения предназначен для формирования зондирующих сигналов режима гидролокации необходимой мощности. Задающий генератор тракта излучения формирует зондирующие сигналы требуемого вида - тональные и сложные сигналы. Необходимый для излучения уровень мощности зондирующих сигналов устанавливается с помощью усилителей мощности. Согласующие устройства тракта излучения осуществляют согласование выходного сопротивления усилителей мощности и сопротивления акустических преобразователей антенны.

2000 131 955

Тракт приема предназначен для приема сигналов, поступающих от акустической антенны в рабочих режимах комплекса, и их пространственно-временной обработки. Предварительные усилители тракта приема осуществляют усиление, фильтрацию и аналого-цифровое преобразование сигналов, поступающих от акустической антенны. Цифровой вычислительный комплекс (ЦВК) тракта приема осуществляет оптимальную пространственно-временную обработку принятых сигналов в рабочих режимах гидроакустического комплекса.

Пульт управления и индикации предназначен для формирования сигналов управления комплексом, в соответствии с положением органов управления пульта, устанавливаемым оператором-гидроакустиком; передачи этих сигналов в тракт излучения и в тракт приема; отображения на индикаторных устройствах информационных сигналов, вырабатываемых трактом приема комплекса.

Недостатком данного гидроакустического комплекса, как и рассмотренных выше известных комплексов, является то, что он не обеспечивает решение задачи поиска торпед.

Режим поиска торпед для целей противоторпедной защиты НК может осуществляться путем включения в состав гидроакустического комплекса НК специальной гидроакустической станции. Однако этот путь имеет ряд недостатков. Увеличится объем аппаратной части гидроакустического комплекса. Потребуется размещение на НК дополнительной антенны и аппаратной части, что усложняет и удорожает проектирование корабля. Потребуется

2000131955

дополнительный пульт управления и дополнительный оператор-гидроакустик.

Задачей предлагаемой полезной модели является обеспечение гидроакустическим комплексом НК с подкильной приемно-излучающей антенной, дополнительно к задаче обнаружения крупноразмерных целей, задачи поиска малоразмерных объектов, например, торпед. Для решения поставленной задачи в гидроакустический комплекс для надводных кораблей, осуществляющий поиск подводных и надводных объектов, содержащий подкильную приемно-излучающую акустическую антенну с пьезоэлектрическими преобразователями, вход которой соединен с выходом тракта излучения и входом тракта приема, а также пульт управления и индикации, информационный вход которого подключен к информационному выходу тракта приема, а входы управления пульта, трактов излучения и приема соединены между собой, введены новые признаки, а именно:

преобразователи акустической антенны выполнены двухрезонансными, причем частота первого резонанса находится в интервале частот, оптимизированном для поиска крупноразмерных объектов, частота второго резонанса находится в интервале частот, оптимизированном для поиска малоразмерных объектов, рабочая полоса частот трактов излучения и приема охватывает оба этих интервала частот, а пульт управления и индикации обеспечивает поиск крупноразмерных и малоразмерных объектов.

Техническим результатом от использования предлагаемой полезной модели является обеспечение гидроакустическим комплексом для надводных кораблей поиска и обнаружения

2000/31955

малоразмерных целей, в частности, торпед, без существенного увеличения аппаратной части и стоимости комплекса.

Достижение указанного технического результата предлагаемой полезной моделью основано на следующих предпосылках.

Известна зависимость значения оптимальной рабочей частоты режима гидролокации и границ оптимального частотного диапазона режима шумопеленгования гидроакустических комплексов от заданной величины дистанции обнаружения цели, - см., например, книгу А.П.Сташкевича «Акустика моря», Л.: «Судостроение», 1966г., стр. 334 - 338; книгу Роберта Дж. Урика «Основы гидроакустики», пер. с англ., Л.: «Судостроение», 1978г., стр. 422 - 425; книгу В.А.Зарайского и А.М.Тюрина «Теория гидролокации», изд. Военно-морской орденов Ленина и Ушакова Академии, Ленинград, 1975г., стр. 452, 453. В этих работах показано, что зависимость значения оптимальной рабочей частоты режима гидролокации и средней частоты оптимального частотного диапазона режима шумопеленгования от заданной величины дистанции обнаружения цели имеет вид:

$$f_{опт} = A/R^k \quad (1)$$

Здесь:

$f_{опт}$  - значения оптимальных частот;

$R$  - заданная величина дистанции обнаружения цели;

$A, k$  - постоянные коэффициенты, причем  $(A, k) > 0$ .

Из (1) следует, что значения оптимальных частот режимов гидролокации и шумопеленгования обратно пропорциональны значению заданной дистанции обнаружения цели.

2000 131955

В упомянутых выше книгах А.П.Сташкевича (стр.339) и Роберта Дж. Урика (стр.426) приводятся также выражения для расчетов дальности действия режима гидролокации с учетом параметров гидролокатора и цели. Из этих известных выражений следует, что при прочих равных условиях дальность действия гидролокатора пропорциональна величине эквивалентного радиуса цели. Показано также, что характерные значения эквивалентных радиусов крупноразмерных объектов, к которым относятся подводные лодки и надводные корабли, существенно - на порядок и более - превышают значения эквивалентных радиусов малоразмерных целей, к которым относятся торпеды. Таким образом, дальность обнаружения малоразмерных целей при прочих равных условиях существенно меньше дальности обнаружения крупноразмерных целей. Поэтому, учитывая выражение (1), режим гидролокации при поиске малоразмерных целей, в частности, торпед, должен работать на более высоких рабочих частотах, нежели при поиске крупноразмерных целей, - подводных лодок и надводных кораблей.

Необходимость увеличения значения оптимальной рабочей частоты режима гидролокации при поиске малоразмерных целей по сравнению с ее значением при поиске крупноразмерной цели определяется также тем обстоятельством, что, для обеспечения условий формирования эхо-сигнала при лоцировании цели, значение величины эквивалентного радиуса должно в несколько раз превышать длину волны рабочей частоты цели. Это обстоятельство обосновывается в упомянутых выше книгах (А.П.Сташкевич. «Акустика моря», Л.: «Судостроение», 1966г., стр. 326;

2000131955

Роберт Дж. Урик. «Основы гидроакустики», пер. с англ., Л.: «Судостроение», 1978г., стр.309.).

Из выражений для расчета дальности в режиме шумопеленгования, приведенных в упомянутых книгах, следует, что в условиях НК дальность обнаружения торпед в этом режиме невелика и, согласно выражению (1), оптимальные частоты режима шумопеленгования при поиске торпед превышают значения частот первого резонанса.

Следует учесть также, что рабочие частоты зондирующих сигналов гидролокаторов самонаведения, размещаемых в торпедах, существенно выше частот резонанса преобразователей антенн известных гидроакустических комплексов НК, в связи с чем рабочая полоса частот режима обнаружения сигналов гидроакустического комплекса при поиске торпед также должна превышать частоты первого резонанса.

Таким образом, предлагаемая полезная модель решает поставленную задачу эффективного поиска малоразмерных целей, в частности, торпеды, поскольку в модели предусматривается дополнительный второй резонанс, соответствующий более высоким значениям рабочих частот рассмотренных выше режимов гидроакустического комплекса НК.

Сущность предлагаемой полезной модели поясняется фиг.1, на которой представлена блок-схема гидроакустического комплекса для надводных кораблей.

Предлагаемая полезная модель (см. фиг.1) содержит подкильную акустическую антенну 1; тракт излучения 2, включающий задающий генератор 3, усилители мощности 4 и согласующие

2000 131955

устройства 5; тракт приема 6, включающий предварительные усилители 7 и цифровой вычислительный комплекс 8; пульт управления и индикации 9, подключенный к трактам излучения и приема, а тракты излучения и приема подключены к акустической антенне.

Акустическая антенна 1 модели состоит из двухрезонансных акустических пьезоэлектрических преобразователей. Первый резонанс соответствует частотам рабочих режимов комплекса, оптимизированных для поиска крупноразмерных целей; второй резонанс выше первого и соответствует рабочим частотам рабочих режимов, оптимизированных для поиска малоразмерных целей. Предлагаемая акустическая антенна может быть разработана, например, с использованием двухрезонансных акустических преобразователей, описанных в патенте Российской Федерации 2131173 от 10.12.97г. на «Гидроакустический излучатель». В материалах патента показано, что значение частоты второго резонанса может плавно меняться и устанавливаться в несколько раз больше значения частоты первого резонанса. Показано также, что частота первого резонанса может иметь значение, соответствующее оптимальным частотам поиска крупноразмерных объектов, в частности, значениям рабочих частот гидроакустических комплексов-прототипов, указанных выше. Из материалов патента следует, что размеры двухрезонансного преобразователя определяются значением частоты первого, низкочастотного, резонанса. Поэтому размеры акустической антенны предлагаемой полезной модели ненамного отличаются от размеров

2000131955

акустической антенны только с одним первым резонансом. Так, диаметр двухрезонансной антенны превышает диаметр антенны с одним резонансом лишь на 20%; высота новой антенны равна высоте антенны с одним резонансом.

Для обеспечения формирования зондирующих сигналов режима гидролокации комплекса для поиска малоразмерных целей, задающий генератор 3 тракта излучения 2 содержит, например, дополнительный источник тональных и сложных сигналов, частотные характеристики которых соответствуют частоте второго резонанса антенны. Длительность этих сигналов выбирается меньше длительности сигналов, предназначенных для поиска крупноразмерных целей. Техническая реализация дополнительного источника не встречает технических трудностей. При формировании зондирующих сигналов цифровыми методами требуется дополнительная программа в ЦВК.

Для обеспечения усиления мощности зондирующих сигналов в полосе частот первого и второго резонансов, усилители мощности 4 тракта излучения 2 выполняются с соответствующей величиной полосы пропускания. Для этого, например, фильтры, входящие в состав усилителей мощности, разрабатываются с величиной полосы пропускания, включающей частоты первого и второго резонансов. При большом расхождении значений частот первого и второго резонансов, в каждом канале усиления мощности могут быть предусмотрены два фильтра, соответствующие частотам первого и второго резонансов, и коммутатор, включающий с помощью сигналов управления, поступающих от пульта управления и индикации комплекса 9, тот или иной фильтр.

2000131955

Согласующие устройства 5 тракта излучения 2 разрабатываются с целью обеспечения согласования усилителей мощности 4

с акустической антенной 1 на частотах первого и второго резонансов. При большом расхождении значений этих частот могут быть предусмотрены два устройства согласования и коммутатор.

Фильтры предварительных усилителей 7 тракта приема 6 разрабатываются с величиной полосы пропускания, включающей частоты первого и второго резонансов. Аналого-цифровой преобразователь на выходе предварительных усилителей имеет частоту дискретизации, превышающую, согласно известной теореме Котельникова, в 3 раза наивысшую частоту полосы пропускания фильтров.

В состав задач программного обеспечения цифрового вычислительного комплекса 8 тракта приема 6, включаются дополнительно задачи пространственно - временной обработки сигналов при поиске малоразмерных целей во всех рабочих режимах комплекса: гидролокации, шумопеленгования, обнаружения гидроакустических сигналов, классификации. Алгоритмы, соответствующие новым задачам, известны и принципиально не отличаются от аналогичных алгоритмов пространственно - временной обработки при поиске крупноразмерных целей. Различие заключается в частотных диапазонах обрабатываемых сигналов; некоторых классификационных признаках; особенностях фильтрации параметров траекторий целей при их автоматическом сопровождении: траектории маневрирования крупноразмерных целей (например, подводной лодки) могут отличаться от траектории маневрирования малоразмерных целей (например, торпеды).

2000131.955

Пульт управления и индикации 9 комплектуется органами управления: для переключения комплекса из режима поиска крупноразмерных целей в режим поиска малоразмерных целей, и обратно; для управления комплексом при поиске тех или иных целей. Состав и характеристики индикаторных устройства пульта не зависят от параметров цели.

Таким образом, техническая реализация комплекса по предлагаемой полезной модели не встречает трудностей.

Работа комплекса осуществляется следующим образом.

Поскольку заранее появление в зоне действия комплекса той или иной цели неизвестно, оператор-гидроакустик включает на пульте 9 попеременно режимы поиска малоразмерных и крупноразмерных целей. При включении режима поиска малоразмерных целей, им устанавливаются параметры всех рабочих режимов комплекса и производится запуск тракта излучения режима гидролокации 2. Тракт излучения 2 осуществляет формирование зондирующих сигналов режима гидролокации, соответствующих малоразмерным целям, т.е. в полосе частот второго резонанса преобразователей антенны, с помощью задающего генератора 3. Сигналы задающего генератора усиливаются усилителями мощности 4 и через согласующие усилители 4 подаются на подкильную приемно-излучающую антенну 1. Преобразователи антенны осуществляют преобразование электрической энергии зондирующих сигналов в акустическую, происходит излучение сигналов в водную среду. При наличии цели отраженный от нее сигнал (эхо-сигнал) принимается акустическими преобразователями антенны 1 и преобразуется в электрические сигналы, поступающие в приемный тракт 6 на входы

2000 131 955

предварительных усилителей 7. Усиленный и отфильтрованный сигнал подвергается в предварительных усилителях аналого-цифровому преобразованию и в цифровом виде поступает на вход цифрового вычислительного комплекса (ЦВК) 8. В ЦВК реализуются алгоритмы пространственно-временной обработки эхо-сигналов малоразмерных целей. Формируется, например, веер характеристик направленности в пределах сектора поиска. В каждом пространственном канале осуществляется оптимальная фильтрация сигналов в полосе частот второго резонанса преобразователей акустической антенны. Затем формируются массивы для отображения на экранах индикаторов пульта 9. Параллельно с пространственно-временной обработкой эхо-сигналов, в ЦВК 8 осуществляется автоматизированный режим классификации цели по совокупности выделяемых из эхо-сигнала признаков, соответствующих малоразмерным целям.

При фиксации отметки цели на экране индикатора оператор включает алгоритм автоматического сопровождения цели (АСЦ). При выработке алгоритмом АСЦ координат и параметров движения цели с требуемым уровнем погрешности, окончании процесса классификации цели, осуществляется выдача данных в приборы управления стрельбой НК.

При работе комплекса в режиме шумопеленгования принимаемые антенной 1 шумовые сигналы поступают на вход приемного тракта 6 и далее в ЦВК 8 для пространственно-временной обработки. Сигналы в каждом пространственном канале ЦВК обрабатываются в полосе частот второго резонанса преобразователей антенны. Далее работа в режиме шумопеленгования аналогична работе в режиме

2000131955

гидролокации. При классификации целей из шумового сигнала выделяются признаки, характерные для малоразмерных целей.

При работе комплекса в режиме обнаружения гидроакустических сигналов малоразмерных целей, зондирующие сигналы гидролокаторов целей, например, гидролокаторов самонаведения торпед, воспринимаются акустической антенной 1, обрабатываются в приемном тракте 6 в полосе частот, соответствующей второму резонансу преобразователей. В ЦВК 8 реализуются алгоритмы измерения параметров принятых зондирующих сигналов (длительность, частота, период повторения) и совместно с алгоритмами режима классификации формируются данные о классе цели.

При включении режима поиска крупноразмерных целей работа комплекса имеет следующие отличия от его работы при поиске малоразмерных целей.

С помощью пульта управления 9 оператор-гидроакустик устанавливает параметры рабочих режимов для поиска крупноразмерных целей: например, соответствующие шкалы дальности, длительность зондирующих сигналов, величину излучаемой акустической мощности сигналов режима гидролокации; величину рабочей полосы частотной характеристики в пространственных каналах ЦВК и время осреднения шумовых сигналов режима шумопеленгования.

Тракт излучения 2 осуществляет формирование зондирующих сигналов режима гидролокации, соответствующих крупноразмерным целям, в полосе частот первого резонанса преобразователей антенны.

2000 131955

В каждом пространственном канале ЦВК 8 осуществляется оптимальная фильтрация эхо-сигналов (режим гидролокации)

и шумовых сигналов (режим шумопеленгования) в полосе частот первого резонанса преобразователей акустической антенны.

При классификации целей из эхо-сигналов и шумовых сигналов цели выделяются признаки, характерные для крупноразмерных целей.

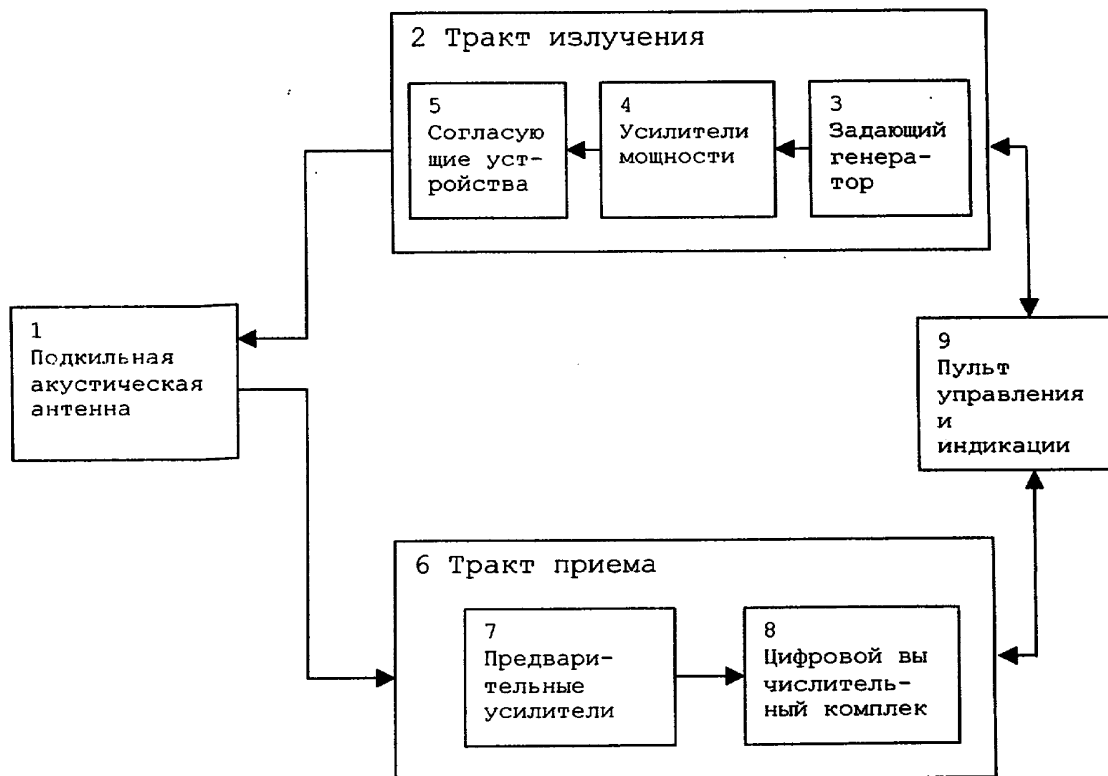
В режиме обнаружения гидроакустических сигналов зондирующие сигналы гидролокаторов крупноразмерных целей, например, гидролокаторов подводных лодок, обрабатываются в приемном тракте 6 в полосе частот, соответствующей первому резонансу преобразователей акустической антенны.

Расчеты показали, что объем аппаратной части комплекса, реализуемого по предлагаемой полезной модели, несущественно отличается от объема аппаратного состава комплекса для НК с подкильной антенной, имеющей один резонанс, и предназначенного для поиска крупноразмерных объектов. Увеличение объема не превышает 1-2 типовых стоек.

2000131955

Гидроакустический комплекс с  
подкильной акустической  
антенной для надводных  
кораблей

6/4



Фиг. 1