



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
G01C 21/02 (2019.05)

(21)(22) Заявка: 2018137555, 24.10.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
24.10.2018

Дата регистрации:
22.10.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 24.10.2018

(45) Опубликовано: 22.10.2019 Бюл. № 30

Адрес для переписки:

105005, Москва, 2-ая Бауманская, 5, стр. 1,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Центр защиты
интеллектуальной собственности, для
Халатовой Е.С.

(72) Автор(ы):

Брайткрайц Сергей Гарриевич (RU),
Полубехин Александр Иванович (RU),
Ильин Евгений Михайлович (RU),
Евдокимов Владимир Александрович (RU),
Юрин Александр Дмитриевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский
университет) (МГТУ им. Н.Э. Баумана) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: SU 1840219 A1, 20.08.2006. RU
2554640 C2, 27.06.2015. Белоглазов И.Н.,
Джанджгава Г.И., Чигин Г.П. Основы
навигации по геофизическим полям. - М.:
Наука, 1985. С. 20-25, 45-52. RU 2161296 C1,
27.12.2000. RU 2657293 C1, 13.06.2018.

(54) Бортовая система беспилотного летательного аппарата (БЛА) с автономной коррекцией координат

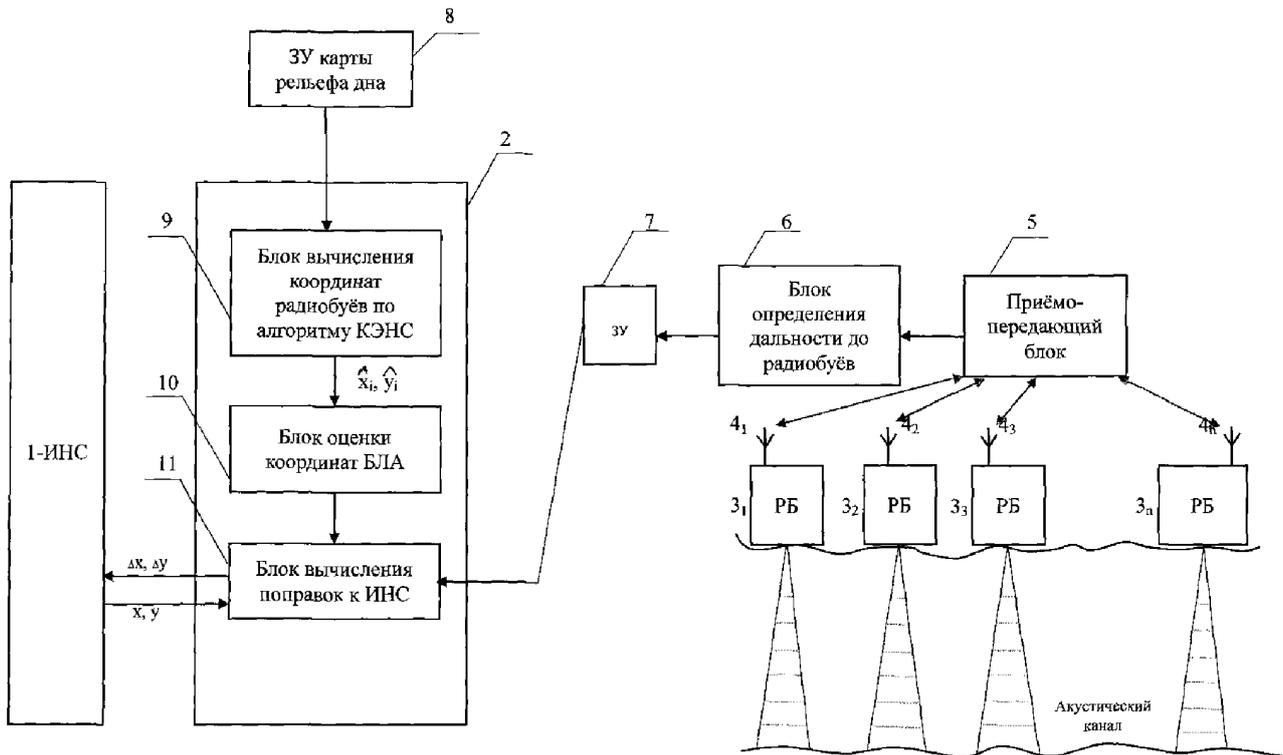
(57) Реферат:

Изобретение относится к области авиационного приборостроения и может быть использовано для повышения точности решения задач навигации, а именно определения координат в перспективных навигационных системах беспилотных летательных аппаратов (БЛА). Технический результат – расширение функциональных возможностей. Для этого в навигационный комплекс летательного аппарата с автономной коррекцией координат БЛА, содержащий инерциальную навигационную систему (ИНС), бортовую систему управления, включающую блок оценки координат БЛА и блок вычисления поправок к ИНС, радионавигационный канал, включающий приемопередающий блок, введены

распределенные в пространстве радиобуи по требуемой акватории морской или водной поверхности, запоминающее устройство (ЗУ) карты рельефа дна, связанное через блок вычисления координат радиобуев с блоком оценки координат БЛА. Радиобуи выполнены в виде системы из гидроакустических датчиков, соединенных с блоком преобразования амплитуды гидроакустической волны в сигнал времени задержки, микропроцессоров, включающих запоминающее устройство и систему синхронизации, причем блок вычисления координат радиобуев представляет собой распределенную рельефометрическую корреляционно-экстремальную навигационную систему (КЭНС). В результате обеспечивается

расширение функциональных возможностей на основе формирования «асимметричной» морской силы, основанной на заблаговременном размещении в ключевых районах акватории

Мирового океана необходимого количества средств круглосуточной воздушной разведки и целеуказания с их оперативным задействованием по радиосигналу либо программно. 2 ил.



Структурная схема бортовой системы БЛА с автономной коррекцией координат

Фиг. 1



Схема выполнения сбрасываемого радиобуя

Фиг. 2

RU 2703806 C1

RU 2703806 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
G01C 21/02 (2019.05)

(21)(22) Application: **2018137555, 24.10.2018**

(24) Effective date for property rights:
24.10.2018

Registration date:
22.10.2019

Priority:

(22) Date of filing: **24.10.2018**

(45) Date of publication: **22.10.2019 Bull. № 30**

Mail address:

**105005, Moskva, 2-aya Baumanskaya, 5, str. 1,
MGTU im. N.E. Baumana, Tsentr zashchity
intelektualnoj sobstvennosti, dlya Khalatovoj E.S.**

(72) Inventor(s):

**Brajtkrajts Sergej Garrievich (RU),
Polubekhin Aleksandr Ivanovich (RU),
Ilin Evgenij Mikhajlovich (RU),
Evdokimov Vladimir Aleksandrovich (RU),
Yurin Aleksandr Dmitrievich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
professionalnogo obrazovaniya "Moskovskij
gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet imeni
N.E. Baumana (natsionalnyj issledovatel'skij
universitet) (MGTU im. N.E. Baumana) (RU)**

(54) **ON-BOARD SYSTEM OF UNMANNED AERIAL VEHICLE (UAV) WITH AUTONOMOUS CORRECTION OF COORDINATES**

(57) Abstract:

FIELD: aviation.

SUBSTANCE: invention relates to aircraft instrumentation and can be used to increase accuracy of navigation tasks, namely determination of coordinates in perspective navigation systems of unmanned aerial vehicles (UAV). For this purpose, in an aircraft navigation system with autonomous coordinate correction of an UAV comprising an inertial navigation system (INS), an on-board control system including an UAV coordinates evaluation unit and an INS correction calculation unit, radio navigation channel including a transceiving unit, distributed in-space radio beacons in the required water area of the sea or water surface, memory device (MD) of the bottom relief map, which is connected through a unit for calculating coordinates of radio buoys with a unit for estimating coordinates of

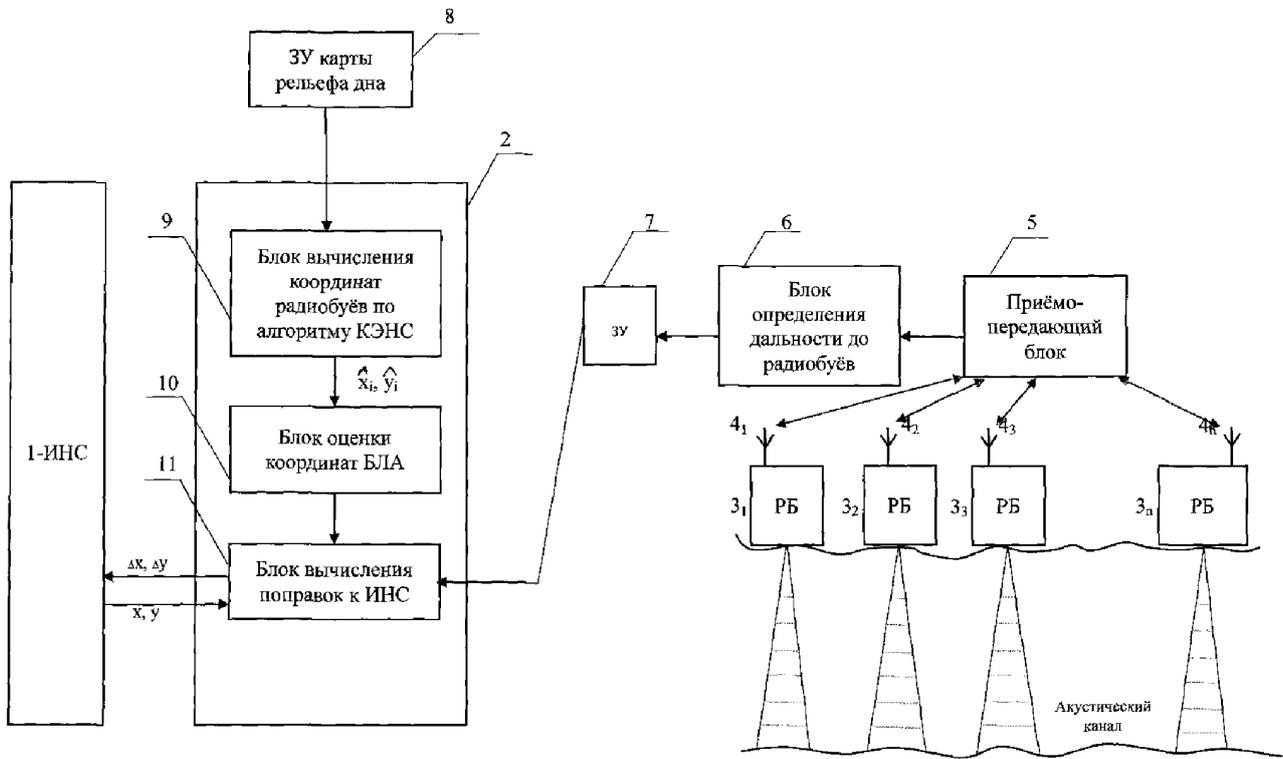
the UAV. Radio buoys are made in the form of a system of hydroacoustic sensors connected to a unit for converting the amplitude of a hydroacoustic wave into a delay time signal, microprocessors comprising a storage device and a synchronization system, wherein the radio buoys coordinates calculating unit is a distributed relief-symmetric correlation-extremal navigation system. As a result, expansion of functional capabilities on the basis of formation of "asymmetric" sea force, based on advance placement in key areas of the World Ocean water area of the required number of round-the-clock air reconnaissance and target designation means with their operational activation by radio signal or program.

EFFECT: broader functional capabilities.

1 cl, 2 dwg

RU 2 703 806 C1

RU 2 703 806 C1



Структурная схема бортовой системы БЛА с автономной коррекцией координат

Фиг. 1

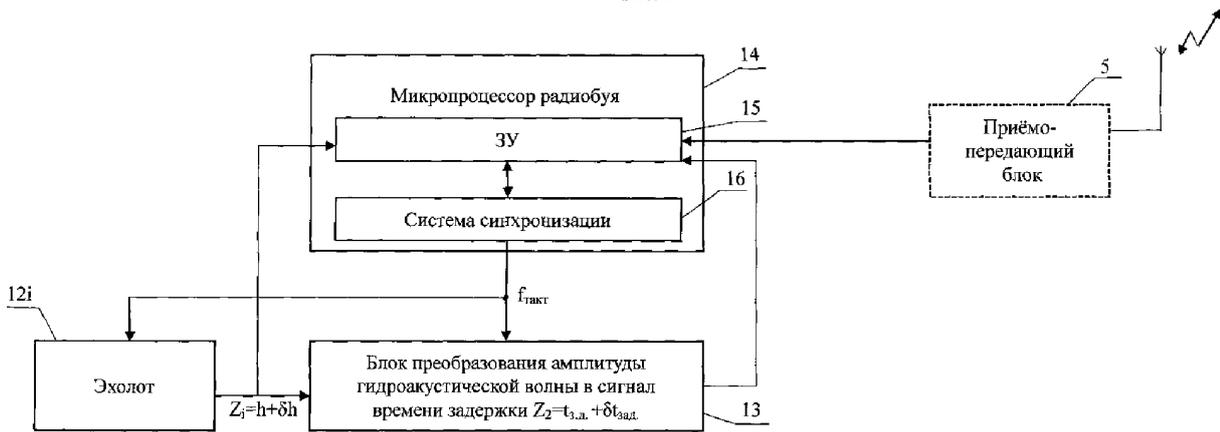


Схема выполнения сбрасываемого радиобуя

Фиг. 2

RU 2703806 C1

RU 2703806 C1

Изобретение относится к области авиационного приборостроения и может быть использовано для повышения точности решения задач навигации, а именно, определения координат в перспективных навигационных системах беспилотных летательных аппаратов

5 Известны инерциальные навигационные системы, установленные на борту летательных аппаратов, с автономной коррекцией с использованием информации о рельефе местности (см. 1. Белоглазов И.Н., Джанджгава Г.И., Чигин Г.П. Основы навигации по геофизическим полям. - М.: Наука, 1985. С. 20-25, 30, 45-52; 2. Патент РФ №2161296 от 24.06.1999 г. МПК G01C 21/00).

10 Инерциальным навигационным системам (ИНС), установленным на летательном аппарате, присущи нарастающие по времени погрешности определения координат и скорости, для компенсации которых используются дополнительные автономные источники информации, сигналы с которых преобразуются с помощью устройств автономной коррекции в сигналы, корректирующие ИНС. Наиболее сложным является
15 полет над морской поверхностью, с полным отсутствием ориентиров и невозможностью использования бортовых источников корректирующей информации. Основное средство автономной навигации над морем - инерциальная навигационная система даже высокого класса точности имеет погрешность порядка 1.8 км за час полета. При продолжительности полета порядка нескольких часов она требует периодической
20 коррекции списания накапливающихся ошибок. В зависимости от вида и протяженности траектории полета может потребоваться от 4 до 10 коррекций ИНС.

Эффективность использования для коррекции ИНС такого апробированного средства как глобальные спутниковые радионавигационные системы может быть поставлена под сомнение вследствие их низкой помехоустойчивости. Наземные радионавигационные
25 системы ограничены дальностью применения, поскольку их опорные системы размещаются либо на побережье, либо на островах, в то время как траектория полета летательного аппарата может проходить в любом месте над акваторией Мирового океана. Применение на этапе маршрутной коррекции навигационных параметров ЛА астронавигационных систем также может оказаться проблематичным, учитывая
30 сложность визирования светил, обусловленную условиями видимости в режиме маловысотного полета над морской поверхностью.

В этих условиях практическую ценность представляет применение для коррекции инерциальных систем управления летательных аппаратов информации о рельефе дна Мирового океана. Данное навигационное поле является устойчивым,
35 помехозащищенным и информативным в силу наличия достаточно протяженных участков дна со сложным рельефом. Дополнительным аргументом в пользу использования данных о поле рельефа дна является наличие картографической информации на отдельные районы мирового океана, полученных при подготовке навигационных геофизических полигонов государственной гидрографической службой.
40 Реализацию измерений данных о поле рельефа дна, их обработку и дальнейшее использование для коррекции бортовых систем управления летательных аппаратов предполагается осуществлять посредством специальных опорных устройств - радиобуев, осуществляющих зондирование поверхности дна Мирового океана.

Известны инерциальные навигационные системы, установленные на борту морских судов, с автономной коррекцией с использованием информации о рельефе дна Мирового океана (см. 3. Клюева С.Ф., Завьялов В.В. Синтез алгоритмов батиметрических систем навигации. - Владивосток: Морской государственный университет, 2013).

Известен также комплекс разведки морских надводных целей (Патент РФ №2554640

18.06.2013, МПК F41G 7/28). Комплекс включает платформу, которую погружают в воду. Перед погружением платформы на подвижный носитель, например, беспилотный летательный аппарат, вводят координаты точки погружения платформы. Платформу снабжают устройствами радиоприема и звукоподводного приема сигналов пункта управления. В качестве подвижного носителя активного сенсора применяют беспилотный летательный аппарат (БЛА) самолетного типа. Технический результат - создание «асимметричной» морской силы, основанной на заблаговременном размещении в ключевых районах акватории Мирового океана необходимого количества средств всепогодной круглосуточной воздушной разведки и целеуказания с их оперативным задействованием по радиосигналу либо программно.

Наиболее близким известным техническим решением является навигационный комплекс летательного аппарата с коррекцией координат ЛА, содержащее ИНС, радионавигационный канал, включающий распределенные в пространстве наземные радиомаяки, приемопередающий блок, блок управления, блок измерения координат, блок сопряжения, также введены блок памяти, блок преобразования кодов, коммутатор, блок формирования корректирующей информации, (см. А.С. СССР №1840219 от 08.08.1986 г., опубл. 20.08.2006 г., МПК G01C 21/00, G01S 13/00)

Задачей предложенного изобретения является коррекция координат ИНС, установленной на борту пилотируемого или беспилотного ЛА в режиме маловысотного полета над морской поверхностью за счет использования информации о рельефе дна морской (водной) поверхности.

Для реализации поставленной задачи в бортовую систему беспилотного летательного аппарата (БЛА) с автономной коррекцией координат, содержащей, инерциальную навигационную систему (ИНС), соединенную входами-выходами с бортовой системой управления, распределенные радиомаяки, связанные через антенны с приемопередающим блоком, соединенным с блоком определения дальности до радиомаяков, бортовая система управления включает блок вычисления поправок к ИНС, блок оценки координат БЛА, блок вычисления координат радиомаяков, соединенный через блок оценки координат БЛА и блоком вычисления поправок к ИНС с вычислителем ИНС, выход блока определения дальности до радиомаяков через запоминающее устройство соединен с блоком вычисления поправок к ИНС, введено запоминающее устройство (ЗУ) карты рельефа дна, радиомаяки выполнены в виде радиобуев, распределенных на морской поверхности, каждый из которых содержит антенну, гидроакустический датчик, соединенный с блоком преобразования амплитуды гидроакустической волны в сигнал времени задержки, микропроцессор, включающий запоминающее устройство и систему синхронизации, при этом гидроакустический датчик соединен с первым входом блока преобразования амплитуды гидроакустической волны в сигнал времени задержки, а выход гидроакустического датчика соединен с первым входом ЗУ микропроцессора, выход блока преобразования амплитуды гидроакустической волны в сигнал времени задержки соединен с вторым входом ЗУ микропроцессора, выход приемопередающего блока подключен к третьему входу ЗУ микропроцессора, выход которого соединен через систему синхронизации с входом гидроакустического датчика и вторым входом блока преобразования амплитуды гидроакустической волны в сигнал времени задержки, причем блок вычисления координат радиобуев представляет собой распределенную рельефометрическую корреляционно-экстремальную навигационную систему (КЭНС).

По существу поставленная задача реализуется с помощью двух основных подсистем: системы для измерения высоты рельефа поверхности дна, и бортового блока приема,

обработки информации и коррекции ИНС БЛА

Изобретение поясняется чертежом, где:

на фиг. 1 - показана структурная схема бортовой системы БЛА с автономной коррекцией координат,

5 на фиг. 2 - схема выполнения сбрасываемого радиобуя.

Бортовая система БЛА (фиг. 1), содержит ИНС 1 (со спецвычислителем - на чертеже не показан), соединенную входами-выходами с бортовой системой 2 управления БЛА (процессором), радиобуи $3_1, 3_2 \dots 3_n$, связанные посредством антенн $4_1, 4_2 \dots 4_n$, с приемопередающим блоком 5, соединенным с блоком 6 определения дальности до радиобуев, выход которого соединен с входом запоминающего устройства (ЗУ) 7. К входу бортовой системы управления 2 подключено ЗУ 8 карты рельефа дна. Бортовая система управления БЛА (процессор) 2 состоит из блока 9 вычисления координат радиобуев, блока 10 оценки координат БЛА, блока 11 вычисления поправок к ИНС 1. Блок 9 вычисления координат радиобуев выполнен в виде рельефометрической КЭНС и соединен через блок 10 оценки координат БЛА и блок 11 вычисления поправок к спецвычислителю ИНС 1 (на чертеже не показан).

Каждый из радиобуев 3_i (фиг. 2) содержит гидроакустический датчик (например, эхолот) - 12_i где i от 1 до n (количество эхолотов), блок 13 преобразования амплитуды гидроакустической волны в сигнал времени задержки, микропроцессор 14, с ЗУ 15 и системой синхронизации 16. Выходы гидроакустического датчика-эхолота 12_i ; соединены с первым входом блока 13 преобразования амплитуды гидроакустической волны в сигнал времени задержки и первым входом ЗУ 15 микропроцессора, выход блока 13 соединен с вторым входом ЗУ микропроцессора, третий вход которого подключен к выходу приемопередающего блока 5, ЗУ 15 соединен с системой синхронизации 16 микропроцессора, выход которого подключен к входу гидроакустического датчика - эхолота 12_i и второму входу блока 13 преобразования амплитуды гидроакустической волны в сигнал времени задержки. Принципы счисления навигационных параметров, реализуемые в ИНС, приводят к накоплению со временем ошибок определения координат и скоростей. Для коррекции этих ошибок на маршруте движения БЛА над водной поверхностью предварительно разбрасываются гидроакустические радиобуи. Количество радиобуев может быть различным, но не менее двух. Каждый радиобуй содержит в корпусе две подсистемы - гидроакустическую и радионавигационную. Гидроакустическая подсистема, основанная на принципах эхолокации, предназначена для измерения высоты рельефа поверхности дна под радиобуем. Радионавигационная подсистема радиобуя предназначена для измерения по принципу запрос-ответ совместно с бортовым радиоприемным устройством БЛА расстояния между БЛА и соответствующим радиобуем. Кроме определения расстояния радионавигационный сигнал предназначен для передачи информации о высоте рельефа под радиобуем, относительно которого измеряется расстояние.

ИНС обеспечивает вывод БЛА в район, где были выброшены радиобуи. После достижения района радиобуев с антенны приемопередающего блока излучается сигнал запроса на включение аппаратуры радиобуев. Радионавигационная подсистема - антенна 4_i радиобуя 3_i переизлучает этот сигнал. После получения ответного сигнала в блоке 6 определения дальности до радиобуев по разности времени излучения запросного и получения ответного сигналов Δt определяется расстояние D_i между БЛА и радиобуем по формуле:

$$D_i = c\Delta\tau/2.$$

После определения дальности D_i до радиобуя и получения информации о высоте рельефа поверхности дна под этим радиобуем и сопоставления этой информации с данными цифровой карты рельефа дна становится возможным определить координаты радиобуев и скорректировать координаты самого БЛА.

После приведения гидроакустический датчик по команде с микропроцессора включается в работу. Гидроакустический датчик -эхолот является активным элементом системы, излучающим импульсные гидроакустические сигналы. На вход эхолота поступают отраженные гидроакустические сигналы z_i

$$z_1 = h + \partial h. \quad (1)$$

где h - сигнал, пропорциональный амплитуде отраженной гидроакустической волны на входе эхолота; ∂h - собственный шум эхолота.

Информационным признаком является время задержки принятого импульса относительного излученного:

$$t_{\text{ЗАД}} = t_{\text{ИЗЛ}} - t_{\text{ПР}}, \quad (2)$$

где $t_{\text{ЗАД}}$ - время задержки, $t_{\text{ИЗЛ}}$ - время излучения гидроакустического сигнала; $t_{\text{ПР}}$ - время приема отраженного гидроакустического сигнала.

Поскольку физически этот признак эхолотом не воспринимается, в состав системы включен блок 13 первичного преобразования гидроакустической информации. Назначением блока 13 является преобразование сигналов, пропорциональных амплитудам отраженной гидроакустической волны в сигнал, пропорциональный времени задержки между излученным и принятым гидроакустическим сигналами.

В запоминающем устройстве 15 микропроцессора 14 радиобуя производится накопление и осреднение данных о глубине в месте нахождения радиобуя. Эти данные хранятся в памяти микропроцессора 14 до момента передачи на борт БЛА.

Схема синхронизации 16 представляет кварцевый генератор тактовой частоты $f_{\text{ТАКТ}}$.

Аппаратура, образующая канал приема-передачи представляет обычный телеметрический приемо-передатчик 5 УКВ-диапазона.

После излучения сигнала запроса с радиобуя 3_i поступает ответный сигнал на борт БЛА, поступающий в приемопередающий блок 5. При этом информацию несет не только структура сигнала (информация о глубине в точке нахождения радиобуя), но и время задержки сигнала при приеме, характеризующее дальность до каждого из радиобуев 3_i . Этот параметр однозначно определяет место положения БЛА

относительно радиобуев. Определение положения БЛА относительно радиобуев является задачей блока 6 первичной обработки информации. При этом достаточно информации о дальности до двух радиобуев (высота полета БЛА известна). Следовательно, информация о взаимном расположении радиобуев и БЛА обладает значительной избыточностью, что позволяет повысить точность и надежность измерения дальности.

На выходе радиобуя будет присутствовать навигационный сигнал от радиобуя, содержащий значения $Z_i(t_{\text{ЗАД}})$ и информацию о дальностях до буев D_i . Здесь i - номер буя, $Z_i(t_{\text{ЗАД}})$ - сигнал, пропорциональный высоте рельефа дна в месте нахождения буя, определяемый гидроакустическим датчиком радиобуя.

После запоминания сигналов в запоминающем устройстве 7 от всех буев эти данные передаются в бортовую систему 2 управления БЛА.

Первая часть вычислений посвящена вычислению координат радиобуев. Для этого

производится сравнение измеренных гидроакустическими датчиками буев значений глубин (высот рельефа дна) с извлеченными из памяти ЗУ 8 эталонными для данного района коррекции по корреляционному алгоритму. Для выполнения сравнения в бортовой системе 2 управления БЛА рассчитывается целевой функционал, отражающий корреляционную зависимость между и измеренными и эталонными сигналами. Экстремум функционала соответствует искомому навигационному решению. В отечественной литературе и практических разработках, вследствие этих особенностей обработки информации, такие системы получили название корреляционно-экстремальных навигационных систем (КЭНС). Функционал имеет вид:

$$I_S(m, n) = \sum_{j=1}^S (H^K(x(t_j) + m\Delta, y(t_j) + n\Delta) - \hat{H}(t_j)), \quad (3)$$

$$-N < m < N, \quad -N < n < N,$$

где $(x(t_j), y(t_j))$ - численные ИНС координаты БЛА в момент времени t_j , (m, n) - индекс гипотезы поиска экстремума функционала (3), Δ - линейное расстояние между гипотезами, $\hat{H}(t_j)$ - совокупность измерений глубин (высот рельефа дна) z_i в местах расположения i -х буев, $H^K(*, *)$ - эталонная карта высот рельефа дна.

В бортовой системе 2 управления вычисляются координаты i -го радиобуя с применением процедуры поиска минимума функционала (3):

$$(m_i^*, n_i^*) = \arg \min_{m, n} (I_S(m_i, n_i)). \quad (4)$$

После нахождения минимума функционала по правилу (4) центральный процессор вычисляет оценку координат i -го радиобуя:

$$\hat{X}_i = m_i^* \Delta; \quad (5)$$

$$\hat{Y}_i = n_i^* \Delta.$$

Вторая часть вычислений в бортовой системе 2 управления отведена вычислению оценок координат БЛА с учетом полученных оценок координат радиобуев в соответствии с выражением (5). Для определения оценок координат БЛА достаточно двух уравнений, поскольку высота $H_{БЛА}$ полета БЛА известна из показаний бортового высотомера. Окончательно решаемая система уравнений выглядит следующим образом:

$$\begin{cases} (\hat{X}_{ЛА} + m_i^* \Delta)^2 + (\hat{Y}_{ЛА} + n_i^* \Delta)^2 + h_{ЛА}^2 = D_i^2; \\ (\hat{X}_{ЛА} + m_{i+1}^* \Delta)^2 + (\hat{Y}_{ЛА} + n_{i+1}^* \Delta)^2 + h_{ЛА}^2 = D_{i+1}^2 \end{cases}. \quad (6)$$

Здесь $\hat{X}_{ЛА}, \hat{Y}_{ЛА}$ - оценки координат ЛА, $m_i^* \Delta, m_{i+1}^* \Delta, n_i^* \Delta, n_{i+1}^* \Delta$ - координаты соответственно i -го и $i+1$ -го буев, D_i, D_{i+1} - дальности от ЛА до i -го и $i+1$ -го буев.

Третья часть вычислений связана с вычислением поправок к бортовой ИНС. После вычисления оценок координат ЛА $\hat{X}_{ЛА}, \hat{Y}_{ЛА}$ в процессоре 4 осуществляется их сравнение со значениями $X_{ИНС}, Y_{ИНС}$, полученными от инерциальной навигационной системы БЛА и производится вычисление поправок к показаниям ИНС:

$$\Delta X = \hat{X}_{ЛА} - X_{ИНС}, \quad \Delta Y = \hat{Y}_{ЛА} - Y_{ИНС}. \quad (7)$$

Вычисленные поправки (7) передаются в вычислитель ИНС. На этом процесс коррекции заканчивается.

Устройство не имеет ограничений осуществления полетов по времени суток, сезонности, метеоусловиям и географии акваторий Мирового океана, над которыми

проложены траектории маршрутов пилотируемых или БЛА по применению.

(57) Формула изобретения

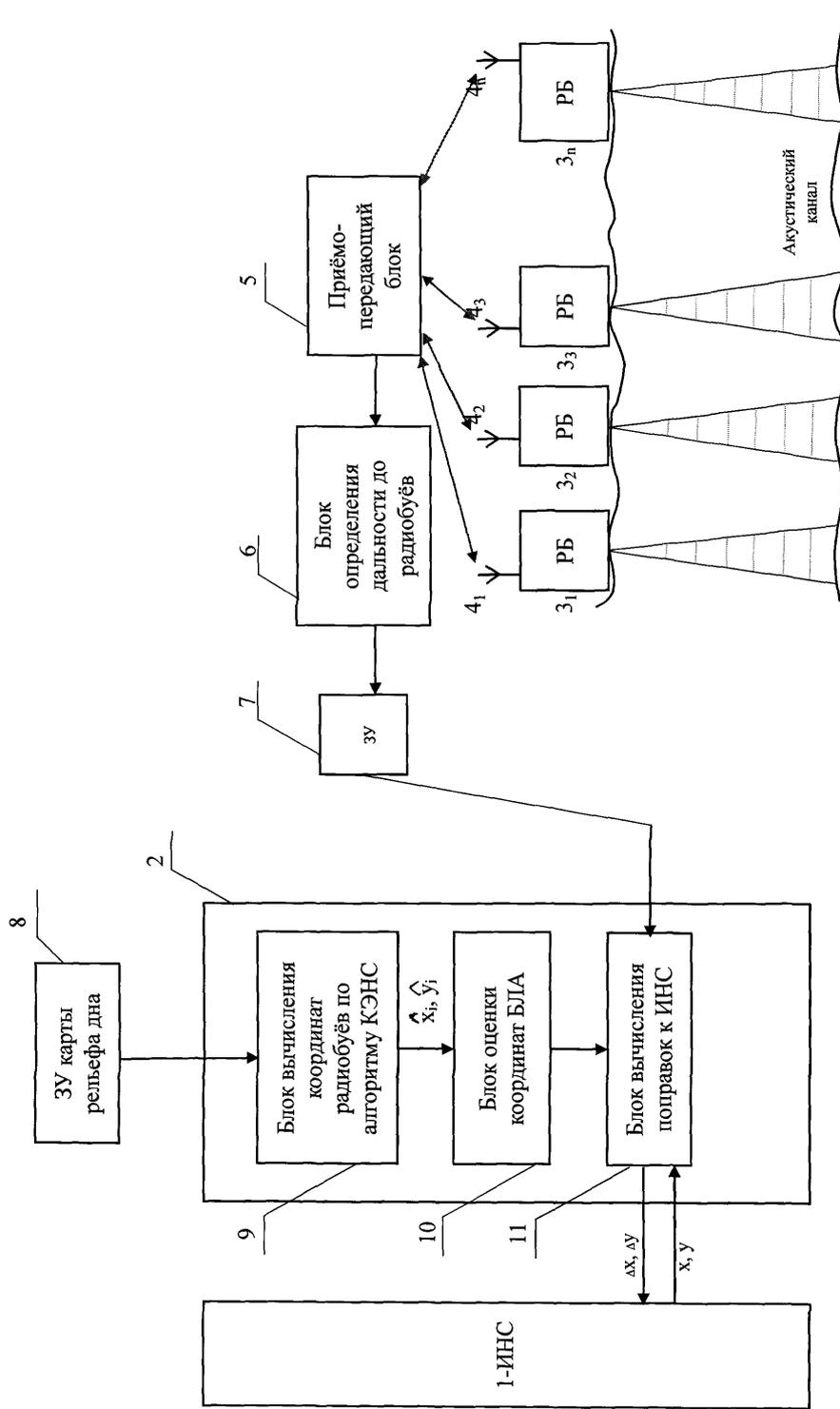
Бортовая система беспилотного летательного аппарата (БЛА) с автономной
5 коррекцией координат, содержащая инерциальную навигационную систему, соединенную
входами-выходами с процессором, радиомаяки, через антенны связанные с
приемопередающим блоком, соединенным с блоком определения дальности до
радиомаяков, выход которого соединен с входом запоминающего устройства, выход
последнего соединен с блоком вычисления поправок к ИНС, бортовую систему
10 управления, включающую блок вычисления поправок к инерциальной навигационной
системе, блок оценки координат радиомаяков, при этом блок вычисления координат
радиомаяков соединен через блок оценки координат БЛА и блок вычисления поправок
к ИНС к вычислителю ИНС, отличающаяся тем, что введено запоминающее устройство
карты рельефа дна морской поверхности, радиомаяки выполнены в виде радиобуев,
15 распределенных на морской поверхности, каждый из которых содержит
гидроакустический датчик, блок преобразования амплитуды гидроакустической волны
в сигнал времени задержки, микропроцессор с запоминающим устройством и системой
синхронизации, при этом гидроакустический датчик соединен с первым входом блока
преобразования амплитуды гидроакустической волны в сигнал времени задержки, а
20 выходом соединен с первым входом запоминающего устройства микропроцессора,
выход блока преобразования амплитуды гидроакустической волны в сигнал времени
задержки соединен с вторым входом запоминающего устройства микропроцессора,
выход приемопередающего блока подключен к третьему входу запоминающего
устройства микропроцессора, выход которого соединен через систему синхронизации
25 с входом гидроакустического датчика и вторым входом блока преобразования
амплитуды гидроакустической волны в сигнал времени задержки, причем блок
вычисления координат радиобуев выполнен в виде рельефометрической корреляционно-
экстремальной навигационной системы.

30

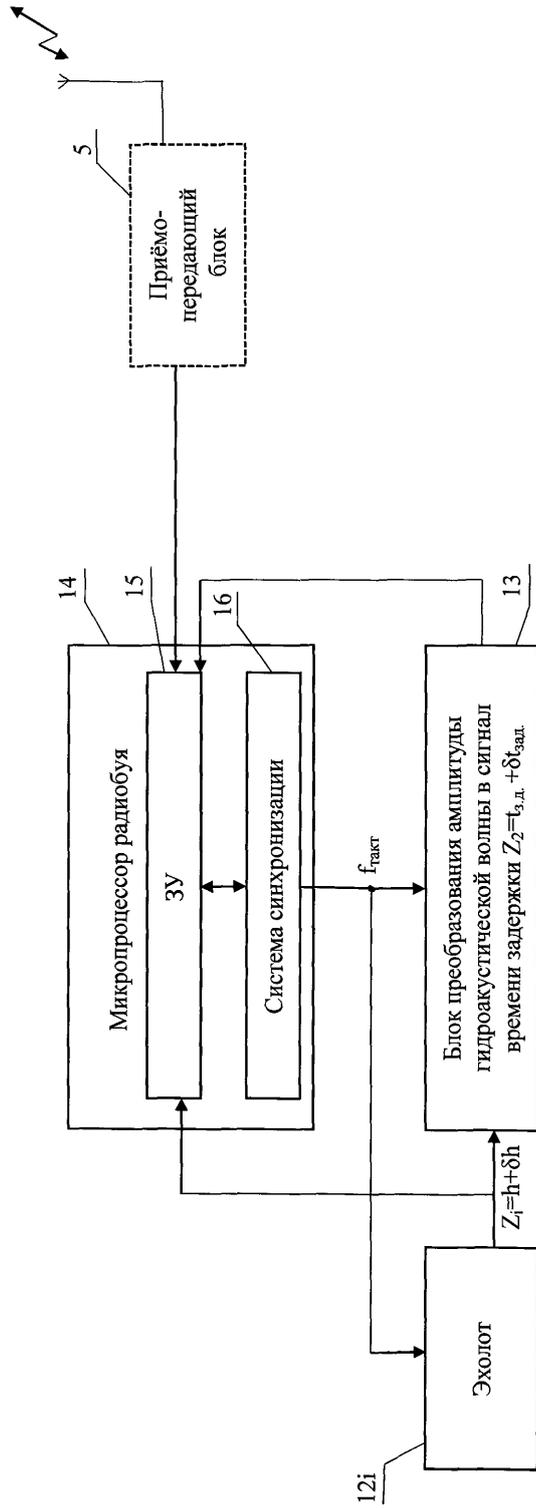
35

40

45



Фиг. 1 – структурная схема бортовой системы БЛА с автономной коррекцией координат



Фиг. 2 – Схема выполнения сбрасываемого радиобуя