РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(19) **RU** (11) **2 767 956**(13) **C2**

(51) МПК
F41G 3/32 (2006.01)
G09B 9/08 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
F41G 3/32 (2021.08); G09B 9/08 (2021.08)

(21)(22) Заявка: **2020122818, 09.07.2020**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
09.07.2020

Дата регистрации:
22.03.2022

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: **09.07.2020**

(43) Дата публикации заявки: **10.01.2022** Бюл. № 1

(45) Опубликовано: **22.03.2022** Бюл. № 9

Адрес для переписки:
125190, Москва, Ленинградский пр-кт, 80, корп. 16, ПАО "НПО "Алмаз", Юридическое управление

(72) Автор(ы):
Елизаров Владимир Сергеевич (RU),
Чепкасов Алексей Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Публичное акционерное общество "Научно-производственное объединение "Алмаз" имени академика А.А. Расплетина" (ПАО "НПО "Алмаз") (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2692456 C1, 24.06.2019. RU 2610877 C1, 17.02.2017. RU 2263869 C1, 10.11.2005. EP 3282279 A1, 14.02.2018. US 4660041 A1, 21.04.1987.**

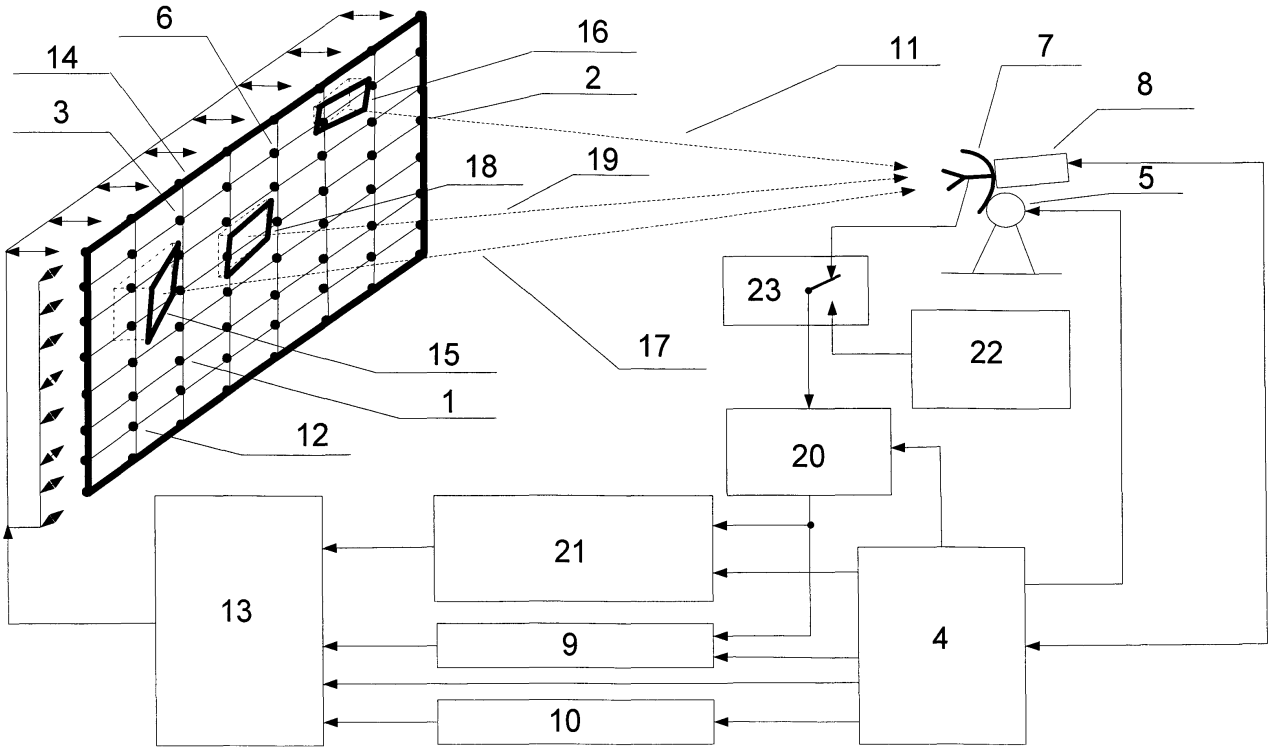
(54) Способ полунатурного моделирования системы управления летательного аппарата с пассивной или полуактивной или активной головкой самонаведения и устройство для его реализации

(57) Реферат:

Изобретение относится к учебным моделям для обучения управлению воздушными транспортными средствами, в частности к способам и устройствам для полунатурного моделирования систем управления (СУ) с головками самонаведения (ГСН) воздушных и космических летательных аппаратов (ЛА), проверки работоспособности и управляемости ГСН ЛА. Техническим результатом является возможность полунатурного моделирования систем управления и самонаведения ЛА с ГСН пассивного типа, или полуактивного типа, или активного типа с помощью одной полунатурной модели. Технический результат достигается тем, что за счет блока приема и обработки сигналов, блока формирования ретрансляционных помех, блока формирования сигналов подсвета и излучения целей, а также блока переключения режимов полунатурного моделирования обеспечивается установка в контур управления ЛА пассивной ГСН или полуактивной ГСН или активной ГСН. 2 н.п. ф-лы, 2 ил.

RU 2767956 C2

RU 2767956 C2



Фиг.2

RU 2767956 C2

RU 2767956 C2

RUSSIAN FEDERATION

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 767 956**(13) **C2**

(51) Int. Cl.
F41G 3/32 (2006.01)
G09B 9/08 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC
F41G 3/32 (2021.08); G09B 9/08 (2021.08)

(21)(22) Application: **2020122818, 09.07.2020**

(24) Effective date for property rights:
09.07.2020

Registration date:
22.03.2022

Priority:
(22) Date of filing: **09.07.2020**

(43) Application published: **10.01.2022** Bull. № **1**

(45) Date of publication: **22.03.2022** Bull. № **9**

Mail address:
125190, Moskva, Leningradskij pr-kt, 80, korp. 16, PAO "NPO "Almaz", Yuridicheskoe upravlenie

(72) Inventor(s):
Elizarov Vladimir Sergeevich (RU),
Chepkasov Aleksej Vladimirovich (RU)

(73) Proprietor(s):
Publichnoe aktsionernoe obshchestvo "Nauchno-proizvodstvennoe obedinenie "Almaz" imeni akademika A.A. Raspletina" (PAO "NPO "Almaz") (RU)

(54) METHOD FOR SEMI-NATURAL SIMULATION OF AN AIRCRAFT CONTROL SYSTEM WITH A PASSIVE OR SEMI-ACTIVE OR ACTIVE HOMING HEAD AND A DEVICE FOR ITS IMPLEMENTATION

(57) Abstract:

FIELD: aviation.

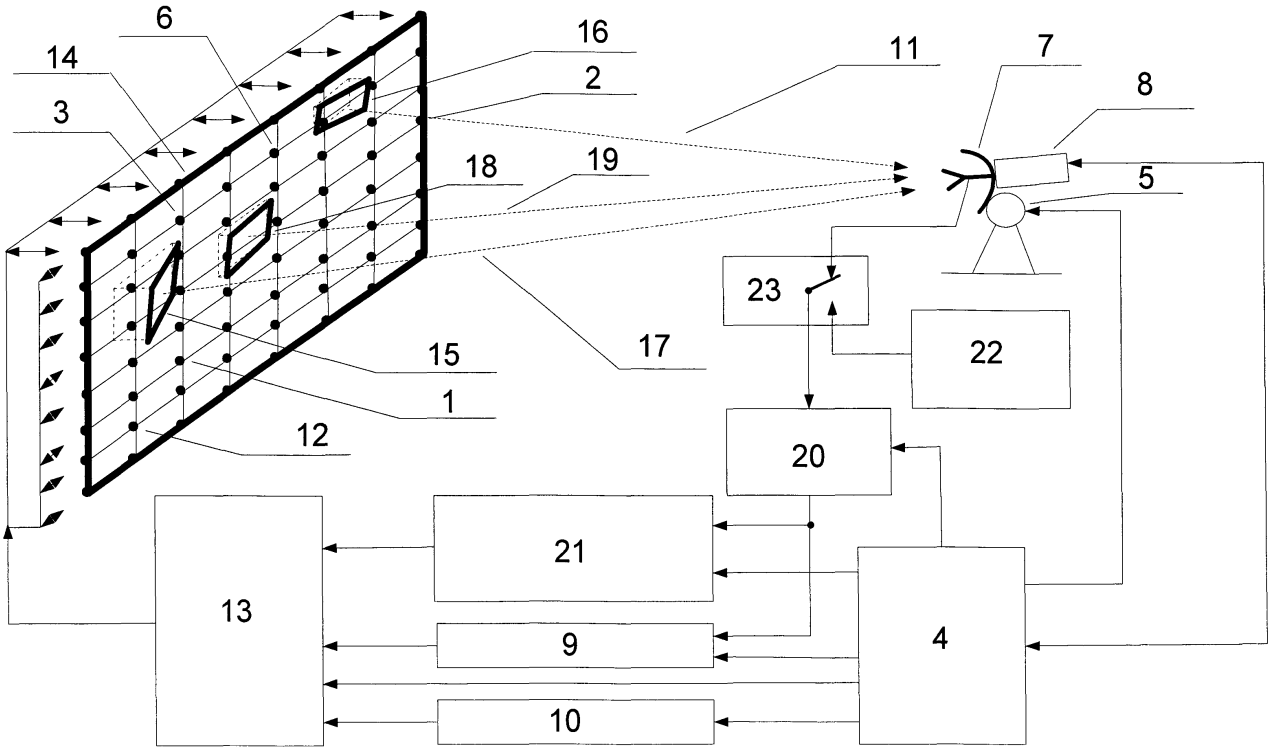
SUBSTANCE: invention relates to training models for training to control air vehicles, in particular, to methods and devices for semi-natural simulation of control systems (CS) with homing heads (HH) of air and space aircraft (AC), checking operability and controllability of AC HH. Technical result is achieved by the fact that due to the signals receiving and processing unit, the retransmission interference generating unit, the target illumination and radiation signals generation unit, as well as the semi-natural simulation mode switching unit, a passive homing head or a semi-active homing head or an active homing head is installed in the control circuit of the aircraft.

EFFECT: possibility of semi-natural simulation of aircraft control and AC homing systems of passive type, or semi-active type, or active type with the help of one semi-natural model.

2 cl, 2 dwg

RU 2767956 C2

RU 2767956 C2



Фиг.2

RU 2767956 C2

RU 2767956 C2

Изобретение относится к способам и устройствам для полунатурного моделирования систем управления (СУ) с головками самонаведения (ГСН) воздушных и космических летательных аппаратов (ЛА), проведения испытаний и исследований работоспособности СУ ЛА с ГСН, а также для отладки программно-алгоритмического обеспечения бортовых цифровых вычислительных машин (БЦВМ), входящих в состав СУ ЛА и ГСН ЛА.

Способ полунатурного моделирования систем СУ ЛА и устройство для его реализации позволяет проводить отработку взаимодействия всех бортовых систем ЛА, участвующих в работе СУ и самонаведения ЛА с ГСН пассивного, или полуактивного, или активного типа, отладку программно-алгоритмического обеспечения БЦВМ СУ ЛА с пассивными, полуактивными, активными ГСН в реальном масштабе времени во всем диапазоне угловых скоростей линии визирования «ЛА-цель» и углов поворота ГСН без искажения динамики контура системы самонаведения ЛА, с имитацией радиошумовой обстановки, в том числе, с имитацией ретрансляционных помех.

Известен моделирующий комплекс системы самонаведения ЛА (изобретение RU 2263869, F41G 3/26, G09B 9/08. 2005 г.), в котором используется способ моделирования с помощью поворотного стенда и вычислительно-моделирующего устройства.

Недостатком известного способа и устройства являются механически перемещающийся излучатель сигналов, что искажает динамику всего контура системы самонаведения ЛА и вносит соответствующие ошибки.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому изобретению является «Способ полунатурного моделирования системы самонаведения летательного аппарата и устройство для его реализации» (патент на изобретение № 2610877 по МПК F41G 3/32, G09B 9/08, G06G 7/48 от 04.09.2015 г.). Известный способ (прототип) предназначенный для полунатурного моделирования системы самонаведения ЛА, отличающийся тем, что вместо механически перемещающегося излучателя сигналов, используется плоская активная фазированная антенная решетка (АФАР), сегмент которой, сформированный из излучающих элементов АФАР и имеющий прямоугольную форму размером n×m элементов, либо произвольную форму, перемещается по плоскости решетки, воспроизводя тем самым взаимное перемещение ЛА и цели, и излучает полезные сигналы, имитирующие отражение от цели, причем фазовый фронт сегмента АФАР ориентируется таким образом, что перпендикуляр к фазовому фронту сегмента АФАР, вдоль которого производится излучение полезного сигнала, направлен всегда на ГСН, установленную на динамическом поворотном стенде, а также позволяющий сформировать дополнительные сегменты, излучающие сигналы также направленные всегда на ГСН, и имитирующие радиошумовую обстановку для ГСН во всем диапазоне углового перемещения антенны ГСН ЛА.

Устройство прототипа (фиг. 1) содержит плоскую АФАР 14, представляющую собой набор излучающих элементов 12, из которых формируются сегменты, имеющие прямоугольную либо произвольную форму расположения на плоскости решетки: один сегмент 15 формирующий полезный сигнал и другие сегменты, формирующие сигналы радиошумовой обстановки. На фиг. 1 показан один из таких сегментов 16. Излучения 17 и 11 каждого из сегментов направлены всегда в сторону ГСН 7, которая совместно с блоком инерциального управления 8 установлена на динамическом поворотном стенде 5, вход которого соединен с первым выходом вычислительно-моделирующего блока 4, на вход которого поступают сигналы с блока инерциального управления 8. Второй и третий выходы вычислительно-моделирующего блока 4 соединены со входами блока формирования сигналов, отраженных от целей 9, и блока формирования шумовых

помех 10, с выходов которых сигналы передаются на первый и второй входы блока переключения излучающих элементов 13, который под управлением вычислительно-моделирующего устройства 4, четвертый выход которого подсоединен к третьему входу блока переключения излучающих элементов 13, распределяет сигналы на излучающие элементы 12, что показано на фиг. 1 условно.

В моделирующем комплексе прототипа ГСН принимает полезные сигналы излучаемые сегментом, сформированным из излучающих элементов АФАР, который перемещается по плоскости решетки, имитируя тем самым взаимное положение ЛА и цели, излучающий сигналы в направлении ГСН, а дополнительно на плоскости АФАР другие сегменты, перемещающиеся вдоль плоскости АФАР, излучают также сигналы в направлении ГСН и сигналы, имитирующие: помехи прикрытия, самоприкрытия, уводящие помехи, доплеровский шум и др., что позволяет воспроизвести радиошумовую обстановку для ГСН во всем диапазоне углового перемещения антенны ГСН ЛА. При этом ГСН работает только в режиме приема сигналов, а радиошумовая обстановка имитируется исходя из априорных знаний о параметрах, принимаемых ГСН сигналов. Соответственно в известном изобретении отсутствует возможность имитации ретрансляционных помех, представляющих собой переизлучение ложных радиосигналов, сформированных из сигналов активной ГСН (АГСН).

Таким образом, устройство прототипа не позволяет проводить отладку, испытания, исследования, полунатурное моделирование систем управления и самонаведения ЛА с ГСН активного типа, и не имитирует ретрансляционные помехи.

Технический результат и сущность изобретения заключаются в расширении функциональных возможностей прототипа по отладке, испытаниям, исследованиям, полунатурному моделированию СУ ЛА и самонаведения ЛА с ГСН пассивного типа (ПГСН), или полуактивного типа (ПАГСН), или АГСН, а также в дополнительной имитации ретрансляционных помех. При этом для работы с АГСН имитация радиосигналов, отраженных от цели, осуществляется на основе собственных сигналов от АГСН, тогда как для работы с ПАГСН и с ПГСН используются сигналы от блока формирования сигналов подсвета и излучения целей.

Указанный технический результат в части способа достигается тем, что головку самонаведения устанавливают совместно с инерциальным блоком управления на динамический поворотный стенд, устанавливают блок переключения режимов полунатурного моделирования в положение, обеспечивающее подачу зондирующих импульсов от передатчика активной ГСН либо от блока формирования сигналов подсвета и излучения целей на вход блока приема и обработки сигналов для обработки и передачи сигнала на входы блока формирования сигналов, отраженных от целей, и блок формирования ретрансляционных помех, где преобразовываются в сигналы, которые соответствуют характеристикам цели: дальности и скорости движения относительно ГСН, эквивалентной площади рассеяния (ЭПР) цели, ракурсу цели, выбранным параметрам помех, которые посредством блока переключения излучающих элементов передаются на АФАР, при этом из излучающих элементов плоской АФАР формируют сегменты прямоугольной или произвольной формы, которые перемещают по плоскости указанной решетки, причем фазовый фронт сегмента АФАР ориентируется таким образом, что перпендикуляр к фазовому фронту сегмента, вдоль которого производится излучение полезного сигнала, направлен на ГСН за счет команд блока переключения излучающих элементов, который управляется от вычислительно-моделирующего блока, который также управляет движением динамического поворотного стенда, вследствие чего ГСН осуществляет поиск и захват цели по

командам блока инерциального управления, которые рассчитываются по информации о взаимном движении цели и ЛА, рассчитанной и переданной из вычислительно-моделирующего блока по двунаправленной линии связи, вычислительно-моделирующий блок передает на блок формирования сигналов, отраженных от целей, информацию о характеристиках целей, вычислительно-моделирующий блок также определяет мощность выходного сигнала в зависимости от дальности до цели, которую передает на аттенюатор блока приема и обработки сигналов, при этом одновременно с помощью вычислительно-моделирующего блока излучают сигналы, имитирующие шумовые помехи блоком формирования шумовых помех и ретрансляционные помехи блоком формирования ретрансляционных помех, сигналы которых через блок переключения излучающих элементов, также поступают на плоскую АФАР, где формируются соответствующие сегменты, их положение и ориентация сигналов.

Указанный технический результат в части устройства достигается тем, что устройство полунатурного моделирования СУ ЛА с ПГСН, или с ПАГСН, или с АГСН, содержащее АФАР, излучающие элементы которой сформированы в сегменты прямоугольной формы размером n×m элементов или в сегменты произвольной формы, динамический поворотный стенд, на котором установлены ГСН, выбранные из ряда ПГСН или ПАГСН или АГСН, и блок инерциального управления, содержащее также вычислительно-моделирующий блок, блок формирования сигналов, отраженных от целей, блок формирования шумовых помех, блок переключения излучающих элементов, группа выходов которого соединена с соответствующей группой входов излучающих элементов АФАР, а его первый, второй и третий входы соединены с соответствующими выходами блока формирования сигналов, отраженных от целей, блока формирования шумовых помех и четвертым выходом вычислительно-моделирующего блока, второй выход которого соединен с первым входом блока формирования сигналов, отраженных от целей, а третий выход соединен с соответствующим входом блока формирования шумовых помех, а первый выход соединен с соответствующим входом динамического поворотного стенда, а двунаправленный вывод которого соединен с двунаправленным выводом блока инерциального управления, отличающийся тем что ГСН, устанавливаемая на динамический поворотный стенд, выбирается из ряда ПГСН, или ПАГСН, или АГСН, причем устройство дополнительно содержит блок приема и обработки сигналов, блок формирования ретрансляционных помех, блок формирования сигналов подсвета и излучения целей, а также блок переключения режимов полунатурного моделирования, при этом пятый и шестой выходы вычислительно-моделирующего блока соединены соответственно с первыми входами блока формирования ретрансляционных помех и блока приема и обработки сигналов, выход которого соединен со вторыми входами блока формирования сигналов, отраженных от целей, и блока формирования ретрансляционных помех, выход которого соединен с четвертым входом блока переключения излучающих элементов, а второй вход блока приема и обработки сигналов соединен с выходом блока переключения режимов полунатурного моделирования, первый вход которого соединен с выходом ГСН, а второй вход соединен с выходом блока формирования сигналов подсвета и излучения целей.

На фиг. 1 и фиг. 2 представлены чертежи, поясняющие заявленное техническое решение. Фиг. 1 поясняет устройство и работу прототипа. На фиг. 2 заявленного изобретения обозначения элементов проведены в соответствии с обозначениями прототипа на фиг. 1

На фиг. 1 и фиг. 2 показаны:

1. Излучающий элемент АФАР.
4. Вычислительно-моделирующий блок.
5. Динамический поворотный стенд.
7. Головка самонаведения.
8. Блок инерциального управления.
9. Блок формирования сигналов, отраженных от целей.
10. Блок формирования шумовых помех.
11. Сигналы, имитирующие шумовые помехи.
13. Блок переключения излучающих элементов.
14. Плоская активная фазированная антенная решетка.
15. Сегмент, излучающий сигналы, имитирующие отражение от цели.
16. Сегмент, излучающий сигналы, имитирующие шумовые помехи.
17. Сигналы, имитирующие отражение от цели.
18. Сегмент, излучающий сигналы имитирующие ретрансляционные помехи.
19. Сигналы, имитирующие ретрансляционные помехи.
20. Блок приема и обработки сигналов.
21. Блок формирования ретрансляционных помех.
22. Блок формирования сигналов подсвета и излучения целей.
23. Блок переключения режимов полунатурного моделирования.

Техническая новизна предлагаемого изобретения заключается в том, что за счет включения в структурную схему устройства четырех новых блоков: блока приема и обработки сигналов 20, блока формирования ретрансляционных помех 21, блока формирования сигналов подсвета и излучения целей 22, блока переключения режимов полунатурного моделирования 23 стенд приобретает новое качество - возможность проведения работ по отладке, испытаниям, исследованиям, полунатурному моделированию СУ ЛА и самонаведения ЛА не только с пассивной и полуактивной ГСН, но и с активной ГСН, и с имитацией, при этом, ретрансляционных помех.

Устройство для полунатурного моделирования СУ ЛА с пассивной, или с полуактивной, или с активной головкой самонаведения (фиг. 2) содержит плоскую АФАР 14, представляющую набор из излучающих элементов 1 и др., из которых формируются сегменты, имеющие квадратную или произвольную форму расположения на плоскости решетки: первый сегмент 15, излучающий сигналы имитирующие отражение от цели 17, второй сегмент 16, излучающий сигналы имитирующие шумовые помехи 11 и третий сегмент 18, излучающий сигналы имитирующие ретрансляционные помехи 19, излучения каждого из которых направляются всегда в сторону головки самонаведения 7, которая совместно с блоком инерциального управления 8 установлена на динамическом поворотном стенде 5, вход которого соединен с первым выходом вычислительно-моделирующего блока 4, двунаправленными вывод которого соединен с двунаправленным выводом инерциальной системы управления 8, второй, третий и пятый выходы вычислительно-моделирующего блока 4 соединены с первым входом блока формирования сигналов, отраженных от целей 9, со входом блока формирования шумовых помех 10 и с первым входом блока формирования ретрансляционных помех 21, с выходов которых сигналы передаются на первый, второй и четвертый входы блока переключения излучающих элементов 13, выход которого соединен с излучающими элементами 1 и др., а четвертый и шестой выходы вычислительно-моделирующего блока 4 соединены с третьим входом блока переключения излучающих элементов 13 и с первым входом блока приема и обработки сигналов 20, второй вход которого соединен с выходом блока переключения режимов полунатурного моделирования 23,

первый вход которого соединен с выходом АГСН 7, а второй вход соединен с выходом блока формирования сигналов подсвета и излучения целей 22, а выход блока приема и обработки сигналов 20 соединен со вторым входом блока формирования ретрансляционных помех 21 и со вторым входом блока формирования сигналов, отраженных от целей 9. Устройство содержит четыре дополнительных блока: блок приема и обработки сигналов 20, блок формирования сигналов подсвета и излучения целей, блок переключения режимов полунатурного моделирования.

При создании устройства, его блоков, узлов, элементов могут быть использованы компоненты отечественного производства. В частности, в качестве вычислительно-моделирующего блока 4 может быть применена ЭВМ серии «Эльбрус», в качестве плоской АФАР 14 может быть использована многолучевая активная фазированная антенная решетка, представленная в патенте RU 2298267 C1 при возможности обеспечения регулировки выходной мощности излучения.

Способ осуществляется следующим образом.

Для испытания, например, АГСН 7 устанавливают на динамический поворотный стенд 5 и устанавливают блок переключения режимов полунатурного моделирования 23 в положение как показано на фиг. 2, обеспечивающее подачу зондирующего импульса от передатчика АГСН 7 на вход блока приема и обработки сигналов 20 для обработки и передачи сигнала на входы блока формирования сигналов, отраженных от целей 9, и блок формирования ретрансляционных помех 21, где преобразовываются в сигналы, которые соответствуют характеристикам цели: дальности и скорости движения относительно АГСН, ЭПР, ракурсу цели, а также выбранным параметрам помех. При этом динамика движения ЛА воспроизводится с помощью динамического поворотного стенда 5 по командам вычислительно-моделирующего блока 4, а взаимное угловое перемещение ЛА и цели воспроизводится за счет перемещения по плоскости активной фазированной антенной решетки 14 и ориентации сигнала 17 имитирующего отражение от цели излучающего сегмента 15 по командам блока переключения излучающих элементов 13, который управляется также от вычислительно-моделирующего блока 4. В результате АГСН осуществляет поиск и захват цели на автосопровождение по командам блока инерциального управления 8, которые определяются по параметрам о взаимном движении цели и ЛА, рассчитанным и переданным из вычислительно-моделирующего блока 4 по двунаправленной линии связи. Одновременно по командам вычислительно-моделирующего блока 4 излучаются сигналы, имитирующие шумовые помехи блоком формирования шумовых помех 10 и ретрансляционные помехи блоком формирования ретрансляционных помех 21, сигналы которых через блок переключения излучающих элементов 13, также поступают на плоскую активную фазированную антенную решетку 14, где формируются соответствующие сегменты 16 и 18, их положение и ориентация сигналов.

При испытаниях ПАГСН или ПГСН заявленный способ моделирования используется в неизменном виде за исключением того, что сигнал с установленными заранее характеристиками воспроизводится от блока формирования сигналов подсвета и излучения целей 22 путем выбора источника сигнала блоком переключения режимов полунатурного моделирования 23.

Устройство для полунатурного моделирования системы управления летательного аппарата работает следующим образом.

Вычислительно-моделирующий блок 4 в общем виде решает уравнения динамики ЛА и пространственного движения ЛА, движения цели и взаимного движения ЛА и цели, и как следствие, формирует сигналы пропорциональные угловым скоростям

движения ЛА вокруг центра масс ЛА $\overline{\omega}_{ЛА}$ да и углам ориентации ЛА в пространстве $\varphi_{i\,ЛА}$, которые поступают на динамический поворотный стенд 5, на котором установлена исследуемая ГСН 7 совместно с инерциальной системой управления 8. Одновременно вычислительно-моделирующий блок 4, решая уравнения движения цели относительно ЛА, определяет данные:

- положение цели в пространстве относительно ЛА и соответствующее положение излучающего полезные сигналы (имитирующие отраженные сигналы от цели) сегмента 15 (так, чтобы он был направлен в сторону ГСН) на плоскости АФАР 14, который формируется из излучающих элементов 1, 2, 3, 6, 12 и др. АФАР 14 и имеет размер n×m элементов;

- положение источника сигналов ретрансляционных помех 19 в пространстве относительно ЛА и соответствующее положение излучающего сигналы сегмента (в частности, как показано на фиг. 2, сегмента 18, так, чтобы он был направлен в сторону ГСН) на плоскости АФАР 14, который формируется из излучающих элементов 1 и др. АФАР 14 и имеет размер n1×m1 элементов;

- положение источников сигналов шумовых помех 11 в пространстве относительно ЛА и соответствующее положение излучающих сигналы сегментов (в частности, как показано на фиг. 2, сегмента 16, так, чтобы он был направлен в сторону ГСН 7) на плоскости АФАР 14, который формируется из излучающих элементов 1 и др. АФАР 14 и имеет размер n2×m2 элементов;

- задержку по фазе излучения каждого излучающего элемента 1 и др. сегментов 15, 18, 15 АФАР 14, которая определяет положение фазового фронта сегментов таким образом, чтобы перпендикуляр к фазовому фронту соответствующих сегментов был направлен на ГСН 7;

- изменение частоты сигналов и дальности ЛА-цель в функции вычисленной взаимной скорости ЛА и цели, что необходимо для имитации эффекта Доплера и задержки сигналов, отраженных от цели, и ретрансляционных сигналов;

- мощность сигналов в функции вычисленного расстояния между ЛА и целью с учетом расстояния между АФАР 14 и ГСН 7;

- характеристики цели (ЭПР цели, ракурс цели, расстояние до цели и др.);

- характеристики радиошумовой обстановки и, в том числе, ретрансляционных помех: уровень модуляции сигналов АГСН по амплитуде, фазе, частоте, величины задержки сигналов АГСН;

- флюктуации сигналов, включая изменение поляризации отраженных сигналов для имитации отраженных сигналов от целей.

Эти данные (фиг. 2) из вычислительно-моделирующего блока 4 поступают на блок переключения излучающих элементов 13 АФАР 14, а также на блок приема и обработки сигналов 20, на блок формирования сигналов, отраженных от целей 9, блок формирования ретрансляционных помех 21, блок формирования шумовых помех 10 для имитации характеристик целей, радиошумовой обстановки и, в том числе, ретрансляционных помех. Сигналы с блоков 21, 9, 10 через блок переключения излучающих элементов 13, который предварительно настроил по командам вычислительно-моделирующего блока 4 излучающие элементы 1 и др. сегментов 15, 16 и 18 на режим передачи, поступают на излучающие элементы 1 и др., совокупность которых, определенная в вычислительно-моделирующем блоке 4 формирует соответствующие сегменты 15, 16, 18, их пространственное положение на АФАР 14, положение фазового фронта каждого сегмента, обусловленное задержкой по фазе

излучения каждого излучающего элемента сегмента, выходную мощность излучения и воспроизводит параметры сигналов, отраженных от целей, шумовых помех и ретрансляционных помех, что создает условия для имитации целевой, радиошумовой обстановки и, в том числе, ретрансляционных помех при полунатурном моделировании реального полета ЛА к цели. Сигналы с выхода АГСН 7, либо с выхода блока формирования сигналов подсвета и излучения целей 22 через блок переключения режимов полунатурного моделирования 23 поступают на вход блока приема и обработки сигналов 20 по высокочастотному кабелю и после приема и обработки по информации от вычислительно-моделирующего блока 4, подаются на вход блока формирования сигналов, отраженных от целей 9, для имитации сигналов, отраженных от целей 17, и на второй вход блока формирования ретрансляционных помех 21, где по информации от вычислительно-моделирующего блока 4 используются для имитации сигналов ретрансляционных помех 19.

Блок 20 приема и обработки сигналов функционально может состоять из измерителя мощности и аттенюатора (на фиг. 2 не показаны).

Вычислительно-моделирующий блок 4 в соответствии с основным уравнением радиолокации рассчитывает требуемую мощность выходного сигнала в зависимости от дальности до цели и передает этот сигнал на вход 1 блока 20 в аттенюатор, который устанавливает требуемую мощность выходного сигнала в зависимости от мощности сигнала, измеренной измерителем мощности входных сигналов, приходящих на вход 2 блока 20.

В типовой вариант построения блока 21 формирования ретрансляционных помех входят: приемник входных сигналов, модулятор, детектор, узел управления излучением, передатчик ретрансляционных сигналов.

Принятый со входа 2 блока 21, приемником входных сигналов импульсный или непрерывный входной сигнал, поступает на модулятор, который по команде со входа 1 блока 21 от вычислительно-моделирующего блока 4, модулирует принятый сигнал по амплитуде, либо по частоте, либо по фазе и передает его на вход передатчика ретрансляционных сигналов. Одновременно сигнал с выхода приемника входных сигналов поступает на вход детектора, где детектируется и поступает на вход узла управления излучением, который управляет передатчиком ретрансляционных сигналов. Таким образом, формируется сигнал ретрансляционных помех, который поступает на вход 1 блока 13 переключения излучающих элементов.

Существуют и другие функциональные структуры построения блока формирования ретрансляционных помех.

При этом в конструкциях блоков 4, 9, 10, 13, 20-23 используются отечественные элементы широкого применения.

На фиг. 2 показаны три типа сегментов, количество которых может быть различным в зависимости от требуемой для имитации радиошумовой обстановки.

Применение устройства для полунатурного моделирования СУ ЛА позволяет проводить отработку взаимодействия всех бортовых систем ЛА, участвующих в работе СУ и самонаведения ЛА, отладку программно-алгоритмического обеспечения БЦВМ СУ ЛА и ГСН в реальном масштабе времени во всем диапазоне угловых скоростей линии визирования «ЛА-цель» без искажения динамики контура системы самонаведения ЛА, с ГСН пассивного, полуактивного и активного типа и имитировать при этом радиошумовую обстановку и, в том числе, ретрансляционные помехи.

Предложенные способ и устройство для полунатурного моделирования СУ ЛА с различными типами головок самонаведения позволяет осуществлять замену натурных

испытаний полунатурным моделированием, что обеспечивает значительное снижение экономических затрат на натурные испытания СУ ЛА.

(57) Формула изобретения

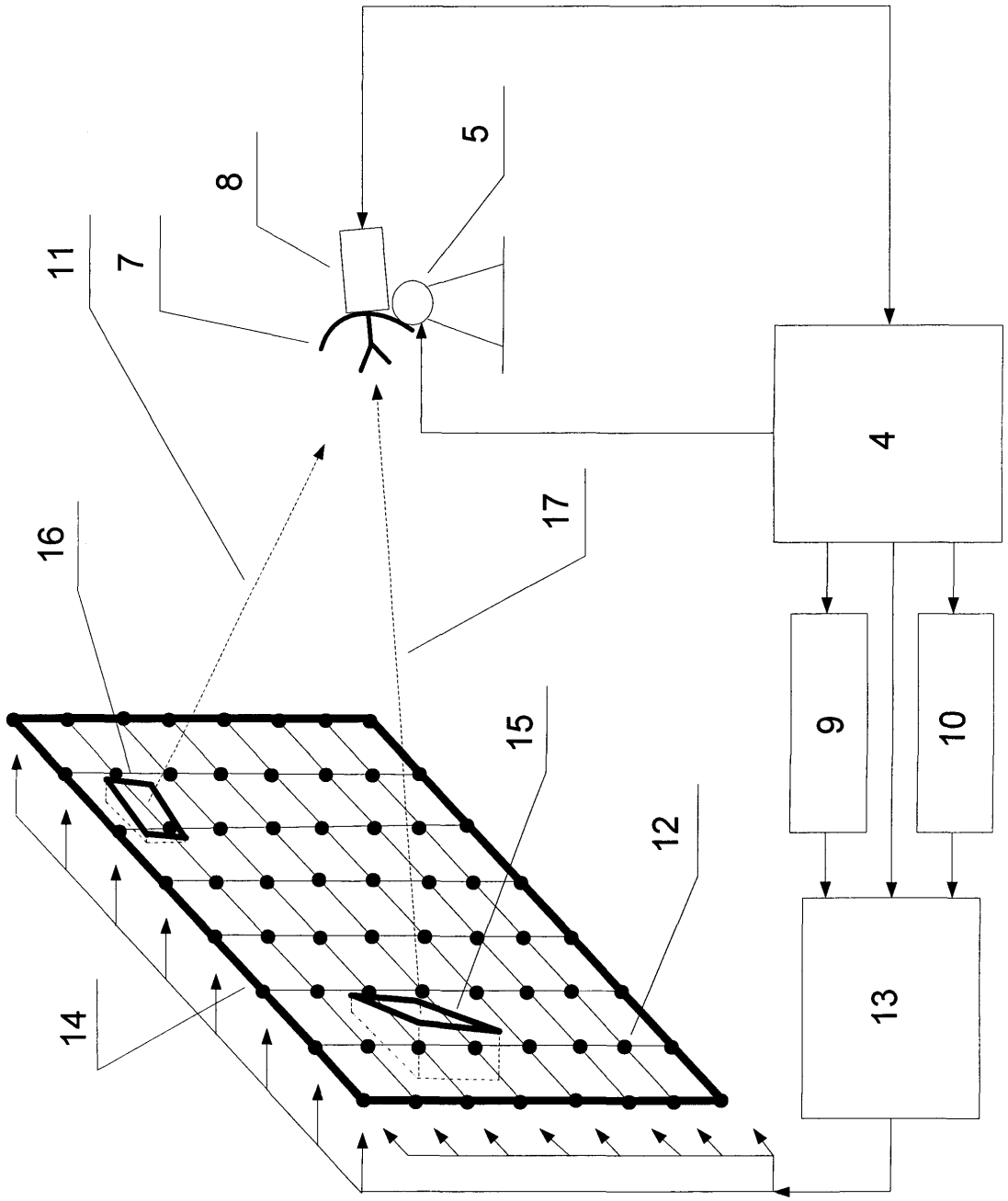
1. Способ полунатурного моделирования системы управления летательного аппарата с пассивной или полуактивной или активной головкой самонаведения, характеризующийся тем, что головку самонаведения устанавливают совместно с инерциальным блоком управления на динамический поворотный стенд, устанавливают блок переключения режимов полунатурного моделирования в положение, обеспечивающее подачу зондирующих импульсов от передатчика активной ГСН либо от блока формирования сигналов подсвета и излучения целей на вход блока приема и обработки сигналов для обработки и передачи сигнала на входы блока формирования сигналов, отраженных от целей, и блок формирования ретрансляционных помех, где преобразовываются в сигналы, которые соответствуют характеристикам цели: дальности и скорости движения относительно ГСН, ЭПР цели, ракурсу цели, выбранным параметрам помех, которые посредством блока переключения излучающих элементов передаются на АФАР, при этом из излучающих элементов плоской АФАР формируют сегменты прямоугольной или произвольной формы, которые перемещают по плоскости указанной решетки, причем фазовый фронт сегмента АФАР ориентируется таким образом, что перпендикуляр к фазовому фронту сегмента, вдоль которого производится излучение полезного сигнала, направлен на ГСН за счет команд блока переключения излучающих элементов, который управляется от вычислительно-моделирующего блока, который также управляет движением динамического поворотного стенда, вследствие чего ГСН осуществляет поиск и захват цели по командам блока инерциального управления, которые рассчитываются по информации о взаимном движении цели и ЛА, рассчитанной и переданной из вычислительно-моделирующего блока по двунаправленной линии связи, вычислительно-моделирующий блок передает на блок формирования сигналов, отраженных от целей, информацию о характеристиках целей, вычислительно-моделирующий блок также определяет мощность выходного сигнала в зависимости от дальности до цели, которую передает на аттенюатор блока приема и обработки сигналов, при этом одновременно с помощью вычислительно-моделирующего блока излучают сигналы, имитирующие шумовые помехи блоком формирования шумовых помех и ретрансляционные помехи блоком формирования ретрансляционных помех, сигналы которых через блок переключения излучающих элементов также поступают на плоскую АФАР, где формируются соответствующие сегменты, их положение и ориентация сигналов.

2. Устройство полунатурного моделирования системы управления ЛА с ПГСН или ПАГСН или АГСН, содержащее АФАР, излучающие элементы которой сформированы в сегменты прямоугольной формы размером n×m элементов или в сегменты произвольной формы, динамический поворотный стенд, на котором установлены ГСН, выбранные из ряда ПГСН или ПАГСН или АГСН, и блок инерциального управления, содержащее также вычислительно-моделирующий блок, блок формирования сигналов, отраженных от целей, блок формирования шумовых помех, блок переключения излучающих элементов, группа выходов которого соединена с соответствующей группой входов излучающих элементов АФАР, а его первый, второй и третий входы соединены с соответствующими выходами блока формирования сигналов, отраженных от целей, блока формирования шумовых помех и четвертым выходом вычислительно-моделирующего блока, второй выход которого соединен с первым входом блока

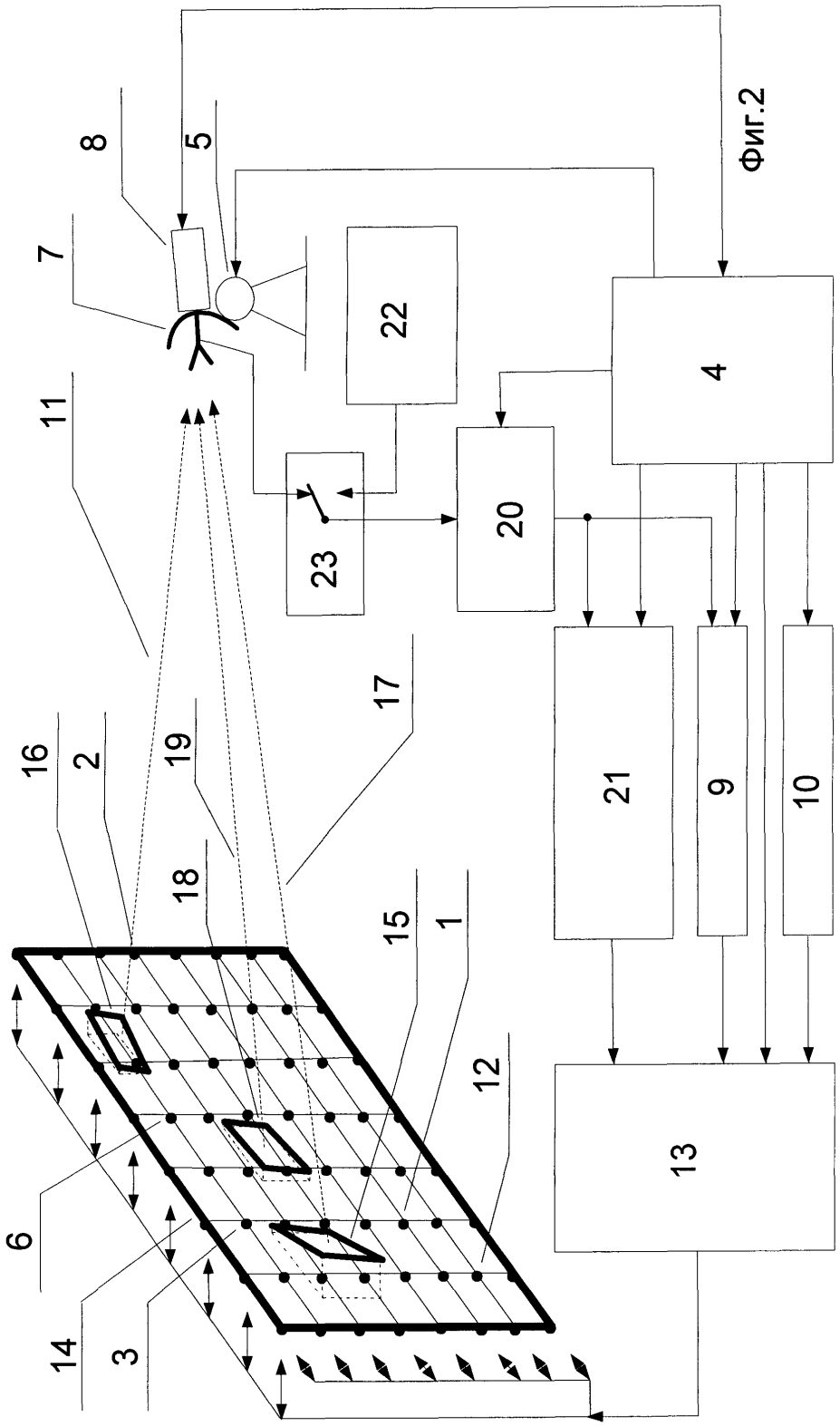
формирования сигналов, отраженных от целей, а третий выход соединен с соответствующим входом блока формирования шумовых помех, а первый выход соединен с соответствующим входом динамического поворотного стенда, а двунаправленный вывод которого соединен с двунаправленным выводом блока инерциального управления, отличающееся тем, что ГСН, устанавливаемая на динамический поворотный стенд, выбирается из ряда ПГСН, или ПАГСН, или АГСН, причем устройство дополнительно содержит блок приема и обработки сигналов, блок формирования ретрансляционных помех, блок формирования сигналов подсвета и излучения целей, а также блок переключения режимов полунатурного моделирования, при этом пятый и шестой выходы вычислительно-моделирующего блока соединены соответственно с первыми входами блока формирования ретрансляционных помех и блока приема и обработки сигналов, выход которого соединен со вторыми входами блока формирования сигналов, отраженных от целей, и блока формирования ретрансляционных помех, выход которого соединен с четвертым входом блока переключения излучающих элементов, а второй вход блока приема и обработки сигналов соединен с выходом блока переключения режимов полунатурного моделирования, первый вход которого соединен с выходом ГСН, а второй вход соединен с выходом блока формирования сигналов подсвета и излучения целей.

1

Фиг.1



2



Фиг.2