

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **044672**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.09.21

(51) Int. Cl. *A01M 29/20* (2011.01)
G08G 5/04 (2006.01)

(21) Номер заявки
202292608

(22) Дата подачи заявки
2022.10.12

**(54) АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОРНИТОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
АЭРОДРОМА**

(43) **2023.09.20**

**Куликова Дарья Юрьевна, Туленков
Николай Иванович, Шмырин Михаил
Сергеевич (RU)**

(96) **2022000093 (RU) 2022.10.12**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
"НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ "ВЕКТОР" (АО "НИИ"
ВЕКТОР") (RU)**

(74) Представитель:
Скорых С.В. (RU)

(72) Изобретатель:
**Бархагов Алексей Владимирович,
Козлов Александр Сергеевич,**

(56) US-B2-11054504
US-B2-10453351
US-B1-9594162
US-B1-8570211

(57) Автоматическая система орнитологической безопасности аэродрома (АСОБА) относится к области радиолокационных или аналогичных систем, специально предназначенных для особого применения, для предотвращения столкновений, в частности, к устройствам для предотвращения столкновений воздушных судов и птиц. Представленная система включает в себя одно или более устройств регистрации, каждое из которых состоит из антенн каналов наблюдения, антенны опорного канала, приёмника, на один из входов которого поступает прямой сигнал от вещательного центра цифрового эфирного телевидения стандарта DVB-T/T2, а на остальные входы - сигналы, отраженные от различных объектов, цифрового радарного процессора, приемника АЗН-В и сервера данных. Использование сигналов вещательных центров позволяет обезопасить уже установленное на территории аэропорта оборудование от воздействия радиолокационного излучения. В цифровом радарном процессоре происходит аналого-цифровое преобразование сигналов и формирование лучей в азимутальной и угломестной плоскостях. Цифровые данные поступают на сервер данных, соединенный с приемником АЗН-В, осуществляющим прием и демодуляцию информационных радиосигналов от воздушных судов, имеющих на борту оборудование АЗН-В. Использование данных АЗН-В повышает качество радиолокационного наблюдения. Результаты первичной и вторичной обработки, выполняемой на сервере данных, по проводной или беспроводной связи передаются в информационную подсистему, где осуществляется объединение данных от нескольких устройств регистрации и формирование сообщений для процессора угроз, в котором происходит расчет вероятности столкновения воздушного судна с птицами и выдача соответствующего решения. Все операции происходят без участия оператора, что исключает влияние человеческого фактора на работу системы. Команда из процессора угроз поступает в процессор активации отпугивания, который, в свою очередь, дает команду на подсистему отпугивания, а подсистема отпугивания по беспроводной связи посылает сигнал на устройства отпугивания. Представленная АСОБА в силу своей автономности не нуждается в присутствии других устройств типа метео- или навигационных радаров, что позволяет использовать её на территории малооснащенных аэропортов. Основным техническим результатом применения АСОБА является повышение безопасности взлета и посадки самолетов на аэродромах.

044672
B1

044672
B1

Область техники

Изобретение относится к области радиолокационных или аналогичных систем, специально предназначенных для особого применения, для предотвращения столкновений.

Уровень техники+аналоги

Известен ряд устройств - наземных систем обеспечения орнитологической безопасности, состоящих из разного рода датчиков малой дальности, например, камер, лидаров, акустических анализаторов, малогабаритных FMCW-радаров [патенты CN212845944 U "Radar system for driving birds" (КНР), CN215602854 U (КНР) "Autonomous recognition bird repelling device", US11093738 B2 "Systems and methods for detecting flying animals" (США), RU2729532 C1 "Система автоматического мониторинга птиц и относящийся к ней способ использования" (РФ), RU2562385 C1 "Способ обеспечения орнитологической безопасности аэропорта и устройство для его осуществления" (РФ)], в которых датчики обеспечивают обнаружение летящей цели в секторе обзора и посылают сигнал либо непосредственно на устройства отпугивания, либо в центр объединения информации, где происходит дальнейшая обработка алгоритмами верификации, по результатам работы которых формируется команда на воздействующие устройства, представляющие собой акустические, оптические, ультразвуковые отпугиватели в виде звуковых записей криков хищных птиц, проблесковых маячков, лазеров, прожекторов и пропановых пушек, при этом устройства обнаружения характеризуются малой дальностью действия и сильной зависимостью от погодных условий, что говорит о невозможности осуществления круглогодичного процесса обеспечения безопасности аэродрома с равными характеристиками надежности и точности. Для увеличения дальности и уменьшения зависимости от погодных условий наиболее предпочтительным является использование в качестве датчиков радиолокационных систем частотных диапазонов ниже СВЧ.

Известны устройства - обнаружители орнитологических объектов на основе активных бистатических радаров с множеством передатчиков [патент США US8742977 B1 "Windturbine bird strike prevention"], состоящие из нескольких передатчиков сигналов с кодовым разделением с установленными на них приемниками GPS, расположенных по периметру обозреваемой площади, одного приёмника и отпугивателей в виде стробоскопов, акустической системы воздействия, воздушных пушек. Передатчики используют данные GPS для синхронизации. За один интервал обновления приёмник получает полную азимутальную картину. При нахождении птицы в секторе обзора в приёмнике формируется сигнал об опасности, который посылается на отпугиватели. Необходимо обратить внимание на то, что данная система не предназначена для аэропортов, так как ввиду отсутствия сканирования по углу места исключен процесс сопровождения цели по высоте, не представляется возможным сделать вывод о нахождении объекта в контролируемом объеме пространства, а без измерения высоты невозможно прогнозировать процесс столкновения самолета и птицы, а также усложняется процесс классификации наблюдаемых целей, имеющих равные значения скорости и азимутального положения. Для решения изложенных выше проблем необходимо предусмотреть иную идеологию построения приемной части системы, например, в виде многоканальных блоков с электронным сканированием по углу места, каждый из которых будет согласован со своим передатчиком.

Известна бортовая система обеспечения орнитологической безопасности [патент US10520597B2 "Aircraft radar system for bird and bat strike avoidance" (США)]. Данная система обнаруживает птиц с помощью модернизированного метеорологического радара и инфракрасного датчика. Радар последовательно обозревает пространство с использованием цифрового диаграммоформирования и FMCW-сигнала, присутствие цели верифицируется результатами детектирования инфракрасным датчиком.

Система имеет следующие недостатки: не все самолеты оснащены метеорологическим радаром, более того, модернизация радара с целью применения другого сигнала, антенной системы и алгоритмов обработки выражается в серьезных изменениях массогабаритных параметров и схемы бортового электропитания, что зачастую не представляется возможным. Наземные системы в решении задачи обеспечения орнитологической безопасности могут быть более эффективны ввиду отсутствия жестких ограничений в массогабаритных параметрах и параметрах электропитания.

Известны устройства - наземные системы орнитологической безопасности, использующие для обнаружения птиц мощные активные радиолокационные системы [патенты WO2015128478A1 "An avian detection system using transponder data", JP2010525336A "Apparatus and method for three-dimensional altitude detection bird radar" (Япония), US9291707 B2 "Device and method for 3D sampling with avian radar" (США)]. В таких системах используют активные радары S- и X-диапазона с дополнительными блоками обработки для классификации целей и выдачи сигнала об опасности приближения птиц к самолету.

Несмотря на большой территориальный охват, такие системы обеспечивают только наблюдение и сбор информации, но не имеют активных элементов отпугивания, что создает проблемы при приземлении самолета на взлетно-посадочную полосу, когда коррекция курса уже невозможна. Использование наземных отпугивателей в виде пропановых пушек, акустических и других элементов, расположенных в охранной зоне, совместно с радиолокационным обнаружителем помогает наиболее эффективно решить проблему обеспечения орнитологической безопасности на территории аэродрома.

Устройством, наиболее близким по принципу действия к предлагаемой системе, является устройство из патента US 8988230 B2 "Device and method for smart, Non-habituating, automatic bird deterrent system"

(США), опубликованного 24.03.15, которое содержит приёмопередатчик, к входу которого подключена параболическая антенна, а ко второму входу которого подключен выход контроллера радара, а к выходу приёмопередатчика подключен цифровой радарный процессор, который отправляет данные в информационную подсистему и сервер данных по беспроводной или проводной сети, сервер данных отправляет данные на процессор угроз по беспроводной или проводной сети, а процессор угроз подключен к информационной подсистеме, которая подключена к процессору активации отпугивания, выход процессора активации отпугивания подключен к входу подсистемы отпугивания, к выходу которой подключен вход антенны, данные от антенны передаются с помощью беспроводной связи к устройствам отпугивания, а операционный центр является выходом системы, к входам которого подключаются информационная подсистема и радарный процессор. Параболическая антенна, приёмопередатчик, контроллер радара, радарный процессор, процессор угроз и сервер данных образуют устройство регистрации в составе устройства из патента. При этом в составе устройства из патента может быть несколько устройств регистрации.

Недостатком устройства является использование активного моностатического радара X-диапазона, который может негативно влиять на средства радиотехнического обеспечения полетов воздушных судов вследствие пересечения рабочих частот или помеховых воздействий типа интермодуляции, что наиболее вероятно, учитывая высокую излучаемую мощность радара. Более того, предложенная к рассмотрению система имеет узкую диаграмму направленности антенны в азимутальной и угломестной плоскостях, вследствие чего для построения подробной карты орнитологической обстановки требуется длительное время, что является большим недостатком при решении задачи обеспечения безопасности посадки воздушных судов. Также в составе устройства отсутствует датчик автоматического зависимого наблюдения-вещания (АЗН-В), что исключает возможность проверки показаний радара данными АЗН-В перед выдачей команды воздействия на системы отпугивания, слишком частое срабатывание которых формирует эффект привыкания у птиц.

Раскрытие сущности технического решения

Техническим результатом предлагаемого изобретения "Автоматизированная система орнитологической безопасности аэродрома" является:

повышение автономности (ввиду обеспечения работоспособности вне зависимости от информации или сигналов систем радиотехнического обеспечения аэродрома);

повышение орнитологической безопасности аэродрома на этапах взлета/посадки воздушных судов за счет использования блока антенн каналов наблюдения и осуществления одновременного электронного сканирования пространства, что ускоряет процесс обнаружения орнитологических объектов и выдачи предупреждений о столкновении;

устранение дополнительного радиоизлучения, негативно влияющего на средства радиотехнического обеспечения полетов, за счет использования в качестве устройства регистрации полуактивной радиолокационной системы DVB-T/T2;

уменьшение количества ложных срабатываний отпугивателей за счет сопряжения с данными от АЗН-В и, как следствие, уменьшение эффекта привыкания птиц к сигналам отпугивания.

Заявленный технический результат достигается за счет того, что предлагаемая автоматизированная система орнитологической безопасности аэродрома (АСОБА) так же, как и известное устройство автоматического отпугивания птиц имеет одно или более устройств регистрации, информационную подсистему, процессор угроз, процессор активации отпугивания, подсистему отпугивания и устройства отпугивания, причём устройство регистрации содержит цифровой радарный процессор и сервер данных, функции объединения информации выполняет информационная подсистема, а подсистема отпугивания посылает команды на устройства отпугивания. Но, в отличие от известного устройства, в предлагаемой АСОБА устройство регистрации дополнительно содержит: блок антенн каналов наблюдения, блок антенны опорного сигнала, приёмник DVB-T/T2, приёмник АЗН-В, причём антенны каналов наблюдения представляют собой неэквидистантную антенную решетку, выходы которой соединены с входами приёмника DVB-T/T2, еще один из входов приёмника DVB-T/T2 соединен с выходом антенны опорного канала, а выход приёмника АЗН-В соединен с дополнительным входом сервера данных. Такая конструкция антенн каналов наблюдения устройства регистрации позволяет осуществлять процесс электронного сканирования пространства, а введение антенны опорного канала необходимо для осуществления возможности работы полуактивной когерентной радиолокационной системы со сторонним подсветом сигналами наземного цифрового телевидения стандарта DVB-T/T2. Использование данных приёмника АЗН-В в совокупности с радиолокационными измерениями повышают точность АСОБА. Процессор угроз, процессор активации отпугивания и подсистема отпугивания объединены в единый блок устройства оповещения с целью упрощения аппаратуры передачи данных между структурными частями и в связи с тем, что эти составные части являются функционально связанными. Одно устройство регистрации имеет ограниченную зону действия - для расширения зоны действия АСОБА используется несколько устройств регистрации, данные от которых объединяются в информационной подсистеме. Также информационная подсистема позволяет вручную управлять устройствами отпугивания.

Краткое описание чертежей

АСОБА представлена на следующих рисунках:

фиг. 1 - представление принципа работы;

фиг. 2 - структурная схема, где

1 - телевизионный вещательный центр;

2 - сигнал цифрового эфирного телевидения стандарта DVB-T/T2;

3 - воздушная цель;

4 - сигнал цифрового эфирного телевидения стандарта DVB-T/T2, отраженный от цели;

5 - устройство регистрации;

6 - самолет, излучающий сигналы с данными АЗН-В;

7 - устройства отпугивания;

8 - антенны каналов наблюдения устройства регистрации;

9 - антенна опорного сигнала устройства регистрации;

10 - N-канальный приёмник DVB-T/T2 устройства регистрации;

11 - N-канальный цифровой радарный процессор устройства регистрации;

12 - сервер данных устройства регистрации;

13 - приемник АЗН-В устройства регистрации;

14 - информационная подсистема;

15 - процессор угроз устройства оповещения;

16 - процессор активации отпугивания устройства оповещения;

17 - подсистема отпугивания устройства оповещения;

18 - устройство оповещения.

На фиг. 1 представлен принцип работы АСОБА на территории аэродрома и прилегающей зоне. На фиг. 2 представлена структурная схема АСОБА и дополнительно показаны вещательный центр, излучающий сигналы подсвета, и самолет, излучающий сигналы с данными системы АЗН-В. Для обеспечения зоны действия сложной конфигурации в составе АСОБА используется несколько устройств регистрации, данные от которых объединяются в информационной подсистеме.

АСОБА состоит из:

одного или более ($M \geq 1$) устройств регистрации 5, каждое из которых включает в себя неэквидистантную решетку из N-1 антенн каналов наблюдения 8, антенну опорного канала 9, N-канальный приёмник DVB-T/T2 10, N-канальный цифровой радарный процессор 11, сервер данных 12, приёмник АЗН-В 13;

информационной подсистемы 14;

устройства оповещения 18, которое включает в себя процессор угроз 15, процессор активации отпугивания 16, подсистему отпугивания 17;

устройств отпугивания 7.

Осуществление изобретения

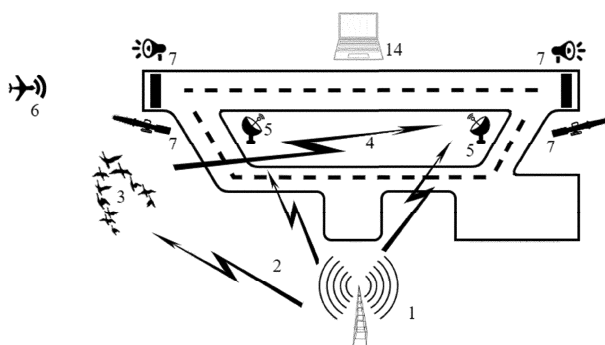
Устройство работает следующим образом: сигнал 2 цифрового эфирного телевидения стандарта DVB-T/T2 излучается вещательным центром 1, отражается от одиночной или групповой воздушной цели 3 и поступает на антенны каналов наблюдения 8, совокупность которых представляет собой неэквидистантную антенную решетку. Прямой сигнал от вещательного центра 1 принимается антенной опорного канала 9. Принятые сигналы поступают на входы N-канального приёмника DVB-T/T2 10, где осуществляется перенос на промежуточную частоту и фильтрация сигналов. Сигналы с N выходов приёмника DVB-T/T2 10 поступают на N входов цифрового радарного процессора 11, где сигналы подвергаются аналого-цифровому преобразованию и обрабатываются путем умножения матрицы отсчетов всех сигналов на матрицу весовых коэффициентов, содержащую L строк, что приводит к формированию L лучей в азимутальной и угломестной плоскостях. Цифровые данные с L выходов цифрового радарного процессора 11 поступают на сервер данных 12. На сервере данных 12 происходит первичная и вторичная радиолокационная обработка. Информационный сигнал с бортовой системы АЗН-В 6 поступает на приёмник АЗН-В 13, где происходит демодуляция сигнала и расшифровка полученных сообщений. Информационные сообщения с выхода приёмника АЗН-В 13 поступают на вход сервера данных 12. На сервере данных 12 алгоритм классификации воздушных объектов учитывает полученные информационные сообщения от приёмника АЗН-В 13, верифицируя данные радиолокационной обработки. Информация с сервера данных 12 поступает в информационную подсистему 14, где происходит объединение данных от нескольких устройств регистрации. Информационная подсистема 14 также сохраняет сведения о перелетах птиц за месяц (или за любой другой период, выбранный оператором), может воспроизводить записанные ранее данные о траекториях с целью проверки фактов столкновения воздушных судов и птиц. В автоматическом режиме обеспечивается статистическая обработка орнитологической информации с возможностью обнаружения мест концентрации птиц, а также формирование отчета по количеству птиц в разные периоды времени (часовые, суточные, недельные) в табличной форме. Процессор угроз 15 в автоматическом режиме отслеживает зону ответственности АСОБА и в случае опасности столкновения птиц с воздушным судном генерирует сигнал на выходе, поступающий на вход процессора активации отпугивания 16. Сигнал с выхода процессора активации отпугивания 16 поступает на вход подсистемы отпугивания

17. На выходе подсистемы отпугивания 17 генерируется и передается по беспроводной связи команда включения устройств отпугивания 7, которыми являются биоакустические отпугиватели птиц и пропановые пушки.

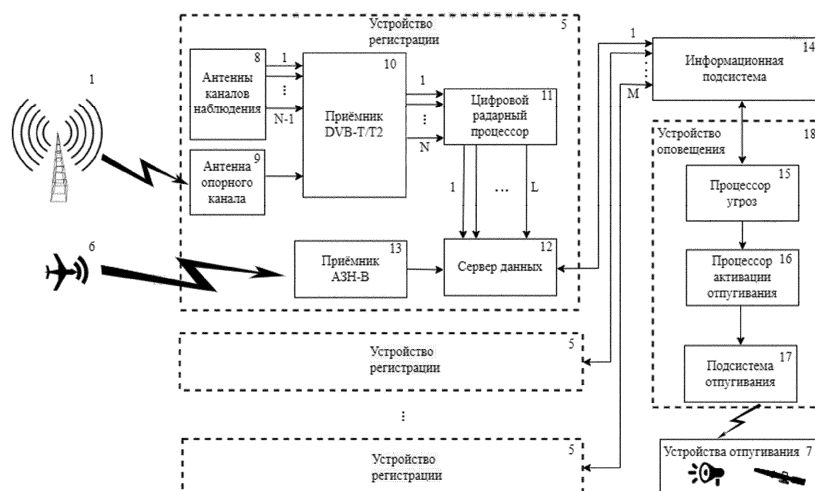
Таким образом достигается заявленный технический результат, заключающийся в повышении автономности системы обеспечения орнитологической безопасности, повышении орнитологической безопасности аэродрома на этапах взлета/посадки воздушных судов, устранении дополнительного радиоизлучения, уменьшении количества ложных срабатываний отпугивателей.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Автоматизированная система орнитологической безопасности аэродрома, содержащая одно или более устройств регистрации, информационную подсистему, процессор угроз, процессор активации отпугивания, подсистему отпугивания и устройства отпугивания, причём устройство регистрации содержит цифровой радарный процессор, который соединен с сервером данных, информация от которого поступает в информационную подсистему, выход которой соединен с процессором угроз, соединенным с процессором активации отпугивания, связанным с подсистемой отпугивания, причём подсистема отпугивания по беспроводной сети связана с устройствами отпугивания, отличающаяся тем, что устройство регистрации дополнительно содержит блок антенн каналов наблюдения, антенну опорного канала, приёмник DVB-T/T2 и приёмник АЗН-В, причём выход антенны опорного канала связан с одним входом приемника DVB-T/T2, а другие N-1 входов приёмника DVB-T/T2 соединены с N-1 выходами блока антенн каналов наблюдения, составляющих неэквидистантную антенную решётку, а N выходов приемника DVB-T/T2 связаны с N входами цифрового радарного процессора, а выход приёмника АЗН-В соединен с дополнительным входом сервера данных, процессор угроз, процессор активации отпугивания и подсистема отпугивания объединены в единый блок устройства оповещения.



Фиг. 1



Фиг. 2



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2