|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ  ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ   |  |  | | --- | --- | | RU | [2018618934](http://www1.fips.ru/fips_servl/fips_servlet?DB=EVM&DocNumber=2018618934&TypeFile=html) | |  |
|  |

(12) **ГОСУДАРСТВЕННАЯ РЕГИСТРАЦИЯ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЭВМ**

|  |  |
| --- | --- |
| Номер регистрации (свидетельства): [**2018618934**](http://www1.fips.ru/fips_servl/fips_servlet?DB=EVM&DocNumber=2018618934&TypeFile=html)  Дата регистрации: **24.07.2018**  Номер и дата поступления заявки: **2018616322 18.06.2018**  Дата публикации: [**24.07.2018**](http://www1.fips.ru/wps/PA_FipsPub/res/Doc/PrEVM/RUNWPR/000/002/018/618/934/2018618934-00001/document.pdf)  Контактные реквизиты: **office@gpd.email; 8-495-2807817; 8-916-9204815** | Автор:  **Воцалевский Збигнев Владиславович (RU)**  Правообладатель:  **Общество с ограниченной ответственностью "ГридПоинт Дайнамикс" (RU)** |

Название программы для ЭВМ:   
**Программный комплекс "Geoplat Pro-S v.1.5." интегрированной интерпретации геолого-геофизических и промысловых данных**

**Реферат:**  
Программный комплекс предназначен для детального анализа сейсмических данных совместно с результатами геофизических исследований в скважинах, позволяющий формировать детальную модель геологической среды. Программный комплекс обладает следующей функциональностью: работа с сейсмическими кубами данных и профилями формата SEGY, динамический режим просмотра данных с получением любых видов сечений в реальном масштабе времени, работа с ломаными и «композиционными» профилями, одновременная работа с несколькими кубами данных, сравнение слайсов, полученных из разных кубов данных и различных версий профилей, ручная и автоматическая корреляция горизонтов, построение карт изохрон по поверхности горизонта, интерпретация нарушений, получение карт атрибутов параметров, получение кубов атрибутов параметров, визуализация скважинных данных, комплексная интерпретация данных сейсморазведки и ГИС, построение каротажных план-диаграмм, палеореконструкция, седиментационный анализ, палеотектонический анализ, корреляционный анализ, сейсмическая инверсия, прогноз геологических параметров на основе нейронных сетей , дополнительная обработка кубов данных и профилей, преобразование кубов данных, профилей и объектов интерпретации в глубинный масштаб, получение твердых копий изображений.

**Язык программирования:** С++

**Объем программы для ЭВМ:** 63,09 Мб

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ  ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ   |  |  | | --- | --- | | RU | [2019611069](http://www1.fips.ru/fips_servl/fips_servlet?DB=EVM&DocNumber=2019611069&TypeFile=html) | |  |
|  |

(12) **ГОСУДАРСТВЕННАЯ РЕГИСТРАЦИЯ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЭВМ**

|  |  |
| --- | --- |
| Номер регистрации (свидетельства): [**2019611069**](http://www1.fips.ru/fips_servl/fips_servlet?DB=EVM&DocNumber=2019611069&TypeFile=html)  Дата регистрации: **21.01.2019**  Номер и дата поступления заявки: **2018665325 28.12.2018**  Дата публикации: [**21.01.2019**](http://www1.fips.ru/wps/PA_FipsPub/res/Doc/PrEVM/RUNWPR/000/002/019/611/069/2019611069-00001/document.pdf)  Контактные реквизиты: **нет** | Авторы:  **Майстро Алексей Сергеевич (RU), Переверзев Александр Евгеньевич (RU), Старобинский Егор Борисович (RU), Булдаков Павел Юрьевич (RU), Зарубин Илья Александрович (RU)**  Правообладатель:  **федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» (ФГАОУ ВО «СПбПУ») (RU)** |

Название программы для ЭВМ:   
**Программа обучения алгоритмов искусственного интеллекта для систем управления беспилотными катерами**

**Реферат:**  
Программа предназначена для обучения интеллектуальных систем управления беспилотными катерами и тестирования полученных систем на физико-математической модели судна. Алгоритм системы управления беспилотным катером основан на использовании иерархических нейронных сетей и нечетких методов обработки информации. Реализованная физико-математическая модель катера позволяет учитывать геометрические, гидродинамические и аэродинамические характеристики катера и задавать изменение условий внешней среды (течения, ветер). При обучении алгоритмов используются способы «с учителем» и «без учителя». Программа позволяет задавать различные условия внешней среды: направление и скорость для ветра и течения, карта местности, расстановка препятствий, начального и конечного положения катера. В процессе моделирования строятся графики обучения алгоритма и изменения физических величин модели катера.

**Язык программирования:** Python 3.6

**Объем программы для ЭВМ:** 23,3 Кб

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ  ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ   |  |  | | --- | --- | | RU | [2014617156](http://www1.fips.ru/fips_servl/fips_servlet?DB=EVM&DocNumber=2014617156&TypeFile=html) | |  |
|  |

(12) **ГОСУДАРСТВЕННАЯ РЕГИСТРАЦИЯ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЭВМ**

|  |  |
| --- | --- |
| Номер регистрации (свидетельства): [**2014617156**](http://www1.fips.ru/fips_servl/fips_servlet?DB=EVM&DocNumber=2014617156&TypeFile=html)  Дата регистрации: **14.07.2014**  Номер и дата поступления заявки: **2014612811 01.04.2014**  Дата публикации: [**20.08.2014**](http://www1.fips.ru/Archive/EVM/2014/2014.08.20/DOC/RUNW/000/002/014/617/156/document.pdf)  Контактные реквизиты: **nich@rsreu.ru** | Автор:  **Акинин Максим Викторович (RU)**  Правообладатель:  **Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Рязанский государственный радиотехнический университет» (RU)** |

Название программы для ЭВМ:   
**Программа совмещения данных дистанционного зондирования Земли с цифровыми картами местности с использованием искусственных нейронных сетей**

**Реферат:**   
Программа совмещения данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) с цифровыми картами местности (ЦКМ) реализует два подхода к нейросетевому интеллектуальному совмещению данных ДЗЗ и ЦКМ - совмещение с использованием классификации объектов на спутниковых снимках и поиска классифицированных объектов на ЦКМ и совмещение с использованием ассоциативной нейросетевой памяти, основанной на ограниченных стохастических машинах Больцмана. Одной из основных особенностей программы является выполнение совмещения в режиме, приближенном к режиму реального времени. Программа предназначена для использования в составе геоинформационных систем различного назначения, в составе бортовых комплексов навигации летательных аппаратов, в учебном процессе.

**Тип реализующей ЭВМ:** IBM PC - совмест. ПК

**Язык программирования:** С, С++.

**Вид и версия операционной системы:** GNU/Linux, Windows ХР и выше

**Объем программы для ЭВМ:** 2,4 Мб

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ  ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ | (19)RU(11)[2 679 541](http://www1.fips.ru/fips_servl/fips_servlet?DB=RUPAT&DocNumber=2679541&TypeFile=html) (13)C1   |  |  | | --- | --- | | (51) МПК | | | * [G06Q 10/06 (2012.01)](http://www1.fips.ru/wps/portal/ofic_pub_ru/" \l "page=classification&type=IZPM&level=interSubClass&number=G06Q) * [B64G 99/00 (2009.01)](http://www1.fips.ru/wps/portal/ofic_pub_ru/" \l "page=classification&type=IZPM&level=interSubClass&number=B64G) |  | |
|  |

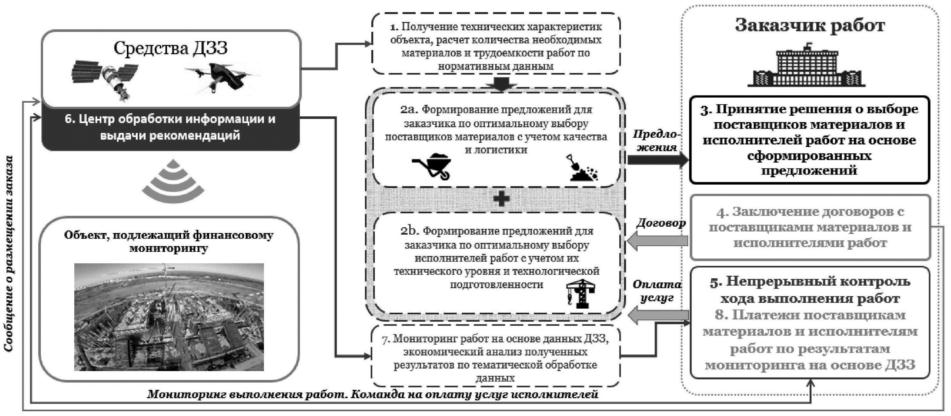
(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

|  |  |
| --- | --- |
| Статус: | действует (последнее изменение статуса: 27.02.2019) |

|  |  |
| --- | --- |
| (21)(22) Заявка: [**2018100406**](http://www1.fips.ru/fips_servl/fips_servlet?DB=RUPATAP&DocNumber=2018100406&TypeFile=html)**, 10.01.2018**  (24) Дата начала отсчета срока действия патента:  **10.01.2018**  Дата регистрации: **11.02.2019**  Приоритет(ы):  (22) Дата подачи заявки: **10.01.2018**  (45) Опубликовано: [**11.02.2019**](http://www1.fips.ru/wps/PA_FipsPub/res/Doc/IZPM/RUNWC1/000/000/002/679/541/ИЗ-02679541-00001/document.pdf) Бюл. № [**5**](http://www1.fips.ru/wps/PA_FipsPub/res/BULLETIN/IZPM/2019/02/20/INDEX_RU.HTM)  (56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 98253 U1, 10.10.2010. RU 47114 U1, 10.08.2005. WO 2017/176502 A1, 12.10.2017. US 8527327 B1, 03.09.2013. US 2009/0133027 A1, 21.05.2009. US 2013/0159270 A1, 20.06.2013.**  Адрес для переписки: **111250, Москва, ул. Авиамоторная, 53, Акционерное общество "Российская корпорация ракетно-космического приборостроения и информационных систем" (АО "Российские космические системы"), начальнику патентно-лицензионной службы** | (72) Автор(ы):  **Тюлин Андрей Евгеньевич (RU), Чурсин Александр Александрович (RU), Шамин Роман Вячеславович (RU), Юдин Александр Викторович (RU)**  (73) Патентообладатель(и):  **Акционерное общество "Российская корпорация ракетно-космического приборостроения и информационных систем" (АО "Российские космические системы") (RU)** |

(54) **Интеллектуальная космическая система для управления проектами**

(57) Реферат:

Изобретение относится к интеллектуальной космической системе для управления проектами. Технический результат заключается в автоматизации управления проектами. Система содержит совокупность космических аппаратов дистанционного зондирования Земли, связанных с экспертной системой облачной архитектуры, структурированной на основе нейронной сети Хопфилда, обеспечивающей построение модели реализации проекта и контроль текущего состояния исполнения проекта, связанной с центром мониторинга и управления проектом. 1 ил.

Предлагаемое изобретение относится к области средств и технологий дистанционного зондирования Земли, а именно к применению результатов дистанционного зондирования Земли для управления проектами, в первую очередь проектами по сооружению инфраструктурных объектов.

В качестве ближайшего аналога предлагаемого изобретения может быть выбрана система мониторинга потенциально опасных участков железнодорожного пути и контроля ремонтно-восстановительных и предупредительных работ из патента на полезную модель RU 98 253, Российские железные дороги. Предложенная в RU 98 253 система предусматривает использование средств космической оптической съёмки и радиолокационной съемки, связанных каналами спутниковой связи со средствами приёма и заказа космических съёмок, которые, в свою очередь, соединены с функциональными блоками, которые могут быть рассмотрены в качестве экспертной системы: блоками обработки данных дистанционного зондирования Земли, формирования цифровой карты потенциально опасных участков местности, геоинформационной системы, формирования карты рисков. Система также включает функциональные блоки управления и мониторинга: выдачи приказов по ремонтно-восстановительным и предупредительным работам на пути, выдачи приказов по оперативному управлению движением поездов. На основании результатов космических съёмок данная система позволит организовать проведение строительных работ на железнодорожных путях.

В свою очередь, предлагаемое изобретение позволит расширить область применения результатов дистанционного зондирования Земли, предложив интеллектуальную космическую систему, которая сможет быть эффективно использована при осуществлении проектов, связанных с управлением технологическими объектами различного назначения, в первую очередь при управлении строительными работами.

Предложена интеллектуальная космическая система для управления проектами, содержащая совокупность космических аппаратов дистанционного зондирования Земли, связанных с экспертной системой, обеспечивающей построение модели реализации проекта и контроль текущего состояния исполнения проекта. Экспертная система, в свою очередь, связана с центром мониторинга и управления проектом. Предложено применить экспертную систему на основе нейронной сети Хопфилда, вычислительные средства данной экспертной системы образуют облачную архитектуру.

В экспертной системе, можно выделить пять фрагментов, обеспечивающих управление осуществлением проекта, состоящих из функциональных управляющих блоков (блоков формальных нейронов).

Первый фрагмент включает блоки, связанные с космическими аппаратами дистанционного зондирования Земли, обеспечивающие построение модели реализации проекта на местности, включая отображение его экономических характеристик.

Второй фрагмент включает блоки, обладающие доступом к внешним информационным ресурсам, обеспечивающие выбор, по меньшей мере, одного исполнителя проекта.

Третий фрагмент включает блоки, обладающие доступом к внешним информационным ресурсам, обеспечивающие выбор, по меньшей мере, одного поставщика материальных ценностей для осуществления проекта.

Четвёртый фрагмент включает блоки, обеспечивающие вероятностную модель, основанную на использовании субмартингала относительно естественной фильтрации, для контроля текущего состояния исполнения проекта.

Пятый фрагмент включает блоки, связанные с центром мониторинга и управления проектом и компьютерным устройством заказчика, обеспечивающие оформление и удостоверение сделок, относящихся к проекту.

Нейронная сеть может быть реализована на цифровом, аналоговом, цифро-аналоговом принципах, например, на нейрочипах, нейрокомпьютерах, встраиваемых блоках на различных физических принципах (оптических, квантовых, молекулярных), рабочих станциях, реализующих нейросетевые алгоритмы. Одновременно, структура нейронной сети обеспечивает функционирование облачной архитектуры вычислений.

Практическое использование предложенной интеллектуальной космической системы может быть пояснено на примере управления строительным проектом (см., также, блок схему управления строительным проектом). Данный пример не исключает применение предложенной интеллектуальной космической системы в иных областях хозяйственной деятельности.

Интеллектуальная космическая система состоит из совокупности космических аппаратов дистанционного зондирования Земли в оптическом и/или СВЧ диапазонах, экспертной системы на основе нейронной сети Хопфилда, центра мониторинга и управления проектом. Космические аппараты дистанционного зондирования Земли связаны с экспертной системой линиями беспроводной связи. Дополнительно, в составе предложенной интеллектуальной космической системы могут быть использованы беспилотные летательные аппараты. Средства оптической и/или СВЧ съёмки, которыми оборудованы космические аппараты и, при необходимости, беспилотные летательные аппараты позволяют получить практически полную информацию о контролируемом объекте, в данном случае объекте строительства, включая текущее состояние объекта и работ на нём.

Комплексное использование результатов космической съёмки и средств их интерпретации позволит повысить производительность труда и достоверность контроля в ходе управления проектом. Экспертная система, вырабатывающая коммерческие решения на основе интерпретации данных дистанционного зондирования Земли (четвёртый и пятый фрагменты нейронной сети), связана линиями проводной или беспроводной связи с центром мониторинга и управления проектом, аппаратно-программные средства которого обеспечивают, как непосредственный контроль осуществления проекта, так и взаимодействие с заказчиком работ. То есть, центр мониторинга при помощи предложенной экспертной системы, исключающей использование человеческого фактора, контролирует все процессы, связанные с оценкой и строительством объектов и затратами ресурсов. Ключевой особенностью предложенной системы в целом является способность без участия человека подбирать при выполнении проекта оптимальных поставщиков работ и материальных ценностей.

Экспертная система интеллектуальной космической системы реализована на основе нейронной сети Хопфилда – однослойной сети нейронов, в которой каждый формальный нейрон связан со всеми остальными, реализующей ассоциативный механизм памяти, который может быть эффективно использован в задачах распознавания образов. В сети Хопфилда, используемой в данной экспертной системе, группы формальных нейронов – фрагменты нейронной сети выделены для обеспечения функций, необходимых для практического осуществления строительного проекта. Каждая из пяти групп формальных нейронов – фрагментов нейронной сети взаимосвязана с другими четырьмя фрагментами нейронной сети.

Первый фрагмент включает блоки, обеспечивающие построение модели реализации проекта на местности, используя данные дистанционного зондирования Земли, причём данная модель отображает и экономические (финансовые) характеристики проекта. Второй фрагмент включает блоки, связанные с внешним информационным пространством, например, сетью Интернет, и обеспечивающие выбор, по меньшей мере, одного исполнителя проекта. В свою очередь, третий фрагмент включает блоки, также связанные с внешним информационным пространством, например, сетью Интернет, и обеспечивающие выбор, по меньшей мере, одного поставщика материальных ценностей для осуществления проекта. Поиск оптимальных исполнителей и поставщиков проекта соответствует процессу распознавания образов (задача распознавания образов заключается в поиске (распознавании) вектора xk, наиболее близкого в заданном смысле к вектору y).

Четвёртый фрагмент включает блоки, обеспечивающие вероятностную модель, основанную на использовании субмартингалов относительно естественной фильтрации, для контроля текущего состояния исполнения проекта. Использование данной математической модели для обработки данных позволит повысить точность контроля состояния выполнения проекта, прогнозирование дальнейших действий связанных с проектом и т.п., используя данные дистанционного зондирования Земли без привлечения для обработки данных мощных аппаратных средств, таких, как например, суперкомпьютеры. Построение четвёртого фрагмента нейронной сети для поддержки принятия решения с использованием предложенной математической модели основано на том, что наличие мартингального свойства для случайной последовательности Mn обеспечивает оценку тренда поведения случайного процесса Rn, что позволяет сделать выводы относительно хода выполнения проекта. При этом, в связи с тем, что непосредственное измерение функционалов оценки расхождения текущего состояния проекта от оценочных значений ΔSk=Fk(tk, Pk, Sk), tk – момент времени исполнения проекта, Pk – плановое и Sk – текущее состояния проекта в момент времени, ΔSk0, k=0, 1, 2 … N затруднено из отсутствия достоверной информации относительно объективного состояния проекта, становится целесообразным использовать данные космической, а также воздушной съёмки объекта мониторинга.

Случайный процесс Rn, Rn= согласован с естественной фильтрацией, то есть случайная величина Rn является измеримой относительно σ-алгебры Fn, порождённой случайными величинами до момента k. С информационной точки зрения σ-алгебра Fn представляет собой информацию доступную в момент времени tn. Так как, процесс является согласованным с выбранной фильтрацией и имеет конечные математические ожидания, случайный процесс Rn является субмартингалом относительно естественной фильтрации (процесс Rn можно представить в виде Rn=Mn+An, где Mn мартингал относительно фильтрации ΦT={Fk:kT}, An –предсказуемая последовательность измеримая относительно σ-алгебры Fn-1 и являющаяся компенсатором процесса Rn).

Пятый фрагмент включает блоки, связанные с центром мониторинга и управления проектом и компьютерным устройством заказчика, обеспечивающие оформление и удостоверение сделок, относящихся к проекту.

В итоге, совместное использование данных дистанционного зондирования Земли и средств искусственного интеллекта – нейронных сетей позволит автоматизировать процесс выбора поставщиков материалов и исполнителей работ, практически исключив человеческий фактор на этапе формирования цены, определения поставщиков и исполнителей, оценки качества выполнения проекта.

Управление строительным проектом при использовании предложенной системы, основанной на использовании экспертной системы облачной архитектуры на базе сети Хопфилда, осуществляется следующим образом:

- построение модели реализации проекта на местности, в том числе

получение технических характеристик объекта с учётом проектной документации и с применением данных космической съёмки, расчёт количества необходимых материалов и трудоёмкости работ по нормативным данным,

расчёт количества необходимых материалов и трудоёмкости работ по нормативным данным,

анализ необходимого объёма материалов и трудоёмкости с использованием данных космической съёмки и интеллектуального анализа данных (шаг 1);

- формирование предложений для заказчика по оптимальному выбору поставщиков материалов с учётом качества и логистики (шаг 2a);

- формирование предложений для заказчика по оптимальному выбору исполнителей работ с учётом их технического уровня и технологической подготовленности (шаг 2b);

- принятие решения о выборе поставщиков материалов и исполнителей работ на основе сформированных предложений и представлением протоколов расчёта (шаг 3);

- заключение договоров с поставщиками материалов и исполнителями работ (шаг 4);

- непрерывный мониторинг (контроль) хода выполнения работ с использованием методов интеллектуального анализа данных (шаг 5);

- непрерывный мониторинг (контроль) хода выполнения работ с использованием данных дистанционного зондирования Земли (используют вероятностную модель, основанную на использовании субмартингала относительно естественной фильтрации, по построению случайный процесс является согласованным с естественной фильтрацией, то есть случайная величина является измеримой относительно σ-алгебры событий, построенной по спутниковым наблюдениям) с формированием отчётной документации центром мониторинга и управления проектом (центром обработки информации и выдачи рекомендаций) (шаг 6);

- мониторинг работ на основе данных дистанционного зондирования Земли, экономический анализ полученных результатов по тематической обработке данных (шаг 7);

- завершение выполнения проекта и формирование комплекта документации, платежи поставщикам материалов и исполнителям работ по результатам мониторинга на основе данных дистанционного зондирования Земли и результатам анализа работ экспертной системы (шаг 8).

Таким образом, используя данные дистанционного зондирования Земли, обработанные с применением средств искусственного интеллекта, возможно определить экономическое состояние объекта космической съемки и решить экономические задачи, связанные с развитием, мониторингом, обеспечением необходимыми ресурсами данного объекта без участия человека, что позволяет снизить трудоёмкость процессов управления проектом и минимизировать возможность незаконных действий при осуществлении проекта.

**Формула изобретения**

Интеллектуальная космическая система для управления проектами, содержащая

совокупность космических аппаратов дистанционного зондирования Земли, связанных с

экспертной системой, обеспечивающей построение модели реализации проекта и контроль текущего состояния исполнения проекта, связанной с

центром мониторинга и управления проектом, отличающаяся тем, что в качестве выше указанной экспертной системы используют

экспертную систему облачной архитектуры, структурированную на основе нейронной сети Хопфилда, в которой

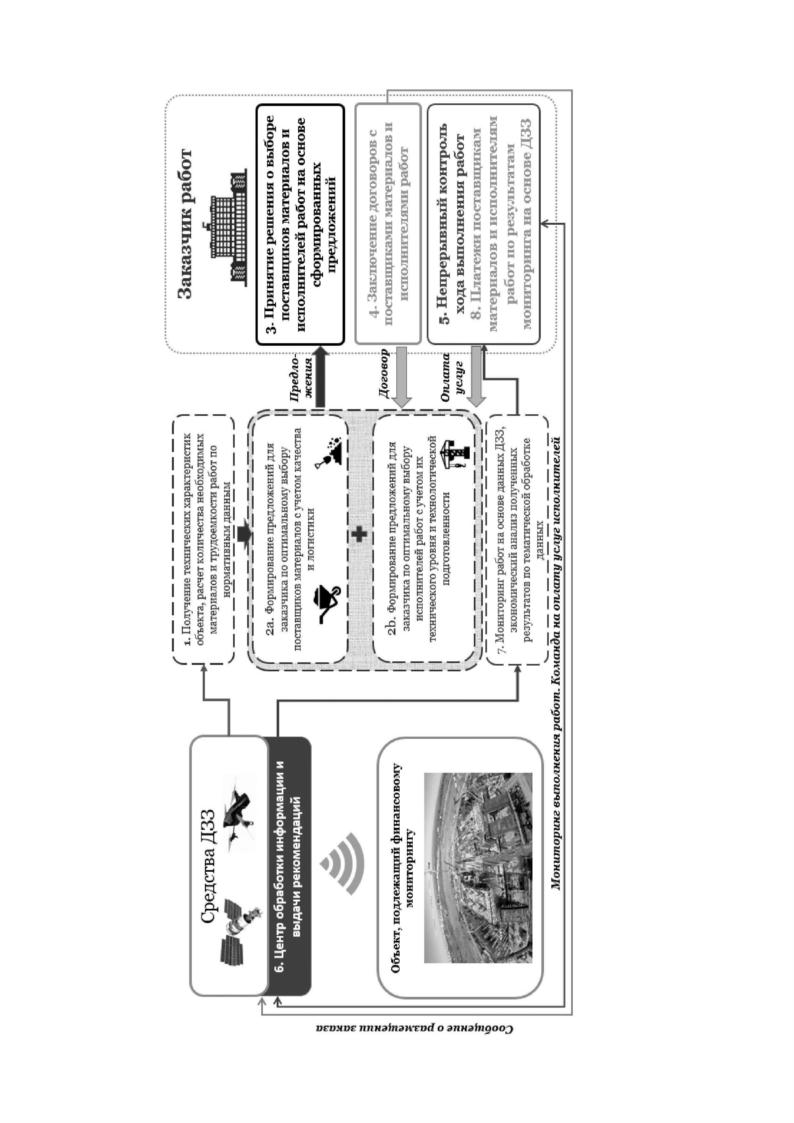
первый фрагмент включает блоки, связанные с космическими аппаратами дистанционного зондирования Земли, обеспечивающие построение модели реализации проекта на местности, включая отображение его экономических характеристик,

второй фрагмент включает блоки, обладающие доступом к внешним информационным ресурсам, обеспечивающие выбор, по меньшей мере, одного исполнителя проекта,

третий фрагмент включает блоки, обладающие доступом к внешним информационным ресурсам, обеспечивающие выбор, по меньшей мере, одного поставщика материальных ценностей для осуществления проекта,

четвертый фрагмент включает блоки, связанные с центром мониторинга и управления проектом, обеспечивающие вероятностную модель, основанную на использовании субмартингала относительно естественной фильтрации, для контроля текущего состояния исполнения проекта,

пятый фрагмент включает блоки, связанные с центром мониторинга и управления проектом и компьютерным устройством заказчика, обеспечивающие оформление и удостоверение сделок, относящихся к проекту.



|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ  ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ | (19)  RU  (11)  [187 275](http://www1.fips.ru/fips_servl/fips_servlet?DB=RUPM&DocNumber=187275&TypeFile=html)  (13)  U1   |  |  | | --- | --- | | (51) МПК | | | * [B64C 39/02 (2006.01)](http://www1.fips.ru/wps/portal/ofic_pub_ru/" \l "page=classification&type=IZPM&level=interSubClass&number=B64C) * [G01S 13/42 (2006.01)](http://www1.fips.ru/wps/portal/ofic_pub_ru/" \l "page=classification&type=IZPM&level=interSubClass&number=G01S) * [G01S 13/06 (2006.01)](http://www1.fips.ru/wps/portal/ofic_pub_ru/" \l "page=classification&type=IZPM&level=interSubClass&number=G01S) |  | |
|  |

(12) **ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ**

|  |  |
| --- | --- |
| Статус:  Пошлина: | действует (последнее изменение статуса: 18.03.2019)  учтена за 2 год с 21.11.2018 по 20.11.2019 |

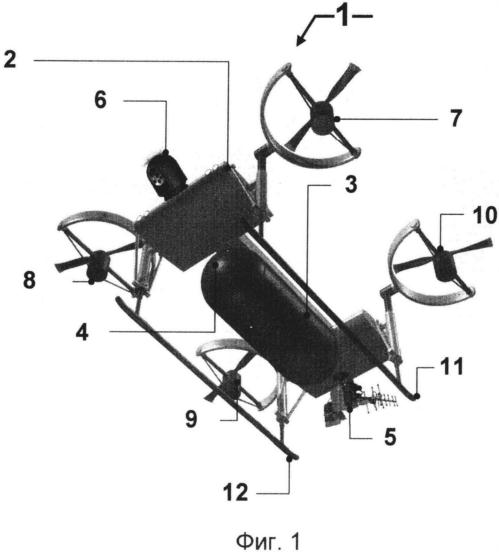
|  |  |
| --- | --- |
| (21)(22) Заявка: [**2017140231**](http://www1.fips.ru/fips_servl/fips_servlet?DB=RUPMAP&DocNumber=2017140231&TypeFile=html)**, 20.11.2017**  (24) Дата начала отсчета срока действия патента:  **20.11.2017**  Дата регистрации: **28.02.2019**  Приоритет(ы):  (22) Дата подачи заявки: **20.11.2017**  (45) Опубликовано: [**28.02.2019**](http://www1.fips.ru/wps/PA_FipsPub/res/Doc/IZPM/RUNWU1/000/000/000/187/275/ПМ-00187275-00001/document.pdf) Бюл. № [**7**](http://www1.fips.ru/wps/PA_FipsPub/res/BULLETIN/IZPM/2019/03/10/INDEX_RU.HTM)  (56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2577745 C1, 20.03.2016. RU 128868 U1, 10.06.2013. WO 2017141069 A1, 24.08.2017. US 20170313421 A1, 02.11.2017.**  Адрес для переписки: **143900, Московская обл., г. Балашиха, ул. Фадеева, 4А, а/я 56, Мосиенко Сергей Александрович** | (72) Автор(ы):  **Мосиенко Сергей Александрович (RU)**  (73) Патентообладатель(и):  **Мосиенко Сергей Александрович (RU)** |

(54) **БЕСПИЛОТНЫЙ АВИАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС**

(57) Реферат:

Полезная модель относится к авиационной технике, а именно к беспилотным авиационным комплексам радиолокационно-оптического дозора, может найти широкое применение для обнаружения, опознавания и сопровождения воздушных, морских и наземных объектов, обнаружения и пеленгации средств радиоэлектронных помех, мониторинга и охраны объектов топливно-энергетического комплекса, картографирования местности, обнаружения метеообразований.

Техническим результатом данной полезной модели является повышения точности определения координат до воздушных, наземных и морских объектов.

Указанный технический результат достигается за счет того, что беспилотный авиационный комплекс содержит беспилотный летательный аппарат. Беспилотный летательный аппарат вертолетного типа выполнен по схеме квадрокоптера и содержит фюзеляж, два шасси полозкового типа, четыре силовых установки, балковый держатель. На фюзеляже беспилотного летательного аппарата размещена оптико-электронная система, бортовая система автоматического сопровождения и управления полетом, а снизу фюзеляжа, с использованием балкового держателя, подвешен контейнер полезной нагрузки, который оснащен радиопрозрачным обтекателем и радиотехническим комплексом.

Полезная модель относится к авиационной технике, а именно к беспилотным авиационным комплексам радиолокационно-оптического дозора, может найти широкое применение для обнаружения, опознавания и сопровождения воздушных, морских и наземных объектов, обнаружения и пеленгации средств радиоэлектронных помех, мониторинга и охраны объектов топливно-энергетического комплекса, картографирования местности, обнаружения метеообразований.

Поскольку сведения об элементах структуры беспилотных авиационных комплексах радиолокационно-оптического дозора взяты из открытых опубликованных источников (патентов, книг, статей, рекламных проспектов и материалов из сети Интернет), реальные данные комплекса могут отличаться от рассматриваемых далее.

Известно (патент РФ №2457531 от 13.01.2011), что в результате развития мирового топливно-энергетического комплекса (ТЭК) количество и масштаб объектов этой отрасли достигли поистине глобального уровня, многократно возросла и сложность эксплуатируемой на них техники и различного специализированного оборудования.

Все это привело не только к росту объемов добычи, переработки и транспортировки природных источников энергии - углеводородного сырья, но и повлекло за собой постоянный рост уровня ущерба, наносимого промышленности и экологии в результате неизбежно происходящих в ТЭК аварий разного рода.

Известно (Диденко Н.И., Елисеев Б.П., Саута О.И., Шатраков Л.Ю., Юшков А.В. Радиотехническое обеспечение полетов военной и гражданской авиации - стратегическая проблема арктической зоны России. Научный вестник МГТУ ГА. 2017; 20(5): 8-19), что в Арктике сосредоточено 58% углеводородных ресурсов мирового океана. По предварительным оценкам, только в российском арктическом шельфе находится около 100 млрд. тонн нефтяного эквивалента (т.н.э.). В настоящий момент на шельфах Российской Федерации открыто 46 месторождении, среди них шесть уникальных, запасы каждого из которых превышают 500 млн. т.н.э.

Освоение, охрана и мониторинг арктического региона России практически невозможен без использования авиации.

Наиболее уязвимы, при этом оказываются абсолютно все элементы ТЭК: морские нефтедобывающие платформы, магистральные нефте- и газопроводы, компрессорные подстанции, газораспределительные станции, хранилища, склады с оборудованием и другие объекты. Повреждения, наносимые таким объектам, могут приводить к аварийным ситуациям и крупному экономическому ущербу. В этой связи, постоянно растет необходимость обеспечения непрерывной охраны и мониторинга объектов ТЭК. Однако, системы подобного назначения, применяемые сегодня: наземные, авиационные и космические - не удовлетворяют потребностям заказчиков ТЭК в полном объеме по целому ряду параметров. В частности, по дальности, мобильности и непрерывности наблюдения, точности и разрешающей способности бортовой аппаратуры.

По мнению экспертов, задачи охраны и мониторинга объектов ТЭК могут вполне решить беспилотные авиационные комплексы. Именно современные беспилотные авиационные комплексы (БАК), созданные на базе беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), вполне могли бы стать экономически и технически приемлемым средством мониторинга и охраны объектов ТЭК на достаточно значительной площади и на большом удалении.

Все это налагает на БПЛА специфические требования на системы их управления, в частности на подсистемы устойчивости и управляемости, точного определения координат полета, непрерывного мониторинга наблюдаемой поверхности и передачи этих данных на землю.

Одной из областей возможного применения БАК, является картографирование и обнаружение метеообразований на трассе Северного морского пути.

В настоящее время Россия имеет возможность осуществлять доставку грузов в европейские и азиатские страны, используя Северный морской путь. Северный морской путь - кратчайший морской путь между Европейской частью России и Дальним Востоком. Северный морской путь проходит по морям Северного Ледовитого океана (Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское).

Специфика маршрутов транспортировки по Северному морскому пути в Арктику и другие порты заключается в необходимости преодолевать сложные погодные условия. Широты, на которых расположены моря Северного Ледовитого океана, создают определенные трудности для мореплавателей. В первую очередь, это лед, который покрывает большую поверхность воды в период с мая по октябрь.

Известно (Постановление Правительства РФ от 31 августа 2017 года №1064), что в новой редакции госпрограммы «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации» Россия вложит в инфраструктуру Северного морского пути 35,4 миллиардов рублей. Срок реализации госпрограммы продлен до 2025 года. Реализация госпрограммы позволит создать условия для ускоренного социально-экономического развития Арктической зоны, достижения стратегических интересов и обеспечения национальной безопасности России в Арктике.

Трасса Северного морского пути уникальна и имеет свою особенность. Судоходство в высоких широтах в большой степени зависит от климатических и метеорологических условий. Так, в течение года, трасса может смещаться на значительные расстояния в широтном направлении. Протяженность трассы напрямую зависит от ледового режима арктических морей. Длина пути от Карских ворот на Западе трассы и до бухты Провидения на Востоке составляет 5600 км. Период навигации проходит с июня и до октября, а в остальное время только при помощи ледоколов.

В настоящее время, с учетом труднодоступности и малонаселенности мест в Арктической зоне, Российская Федерация не имеет постоянных мониторинговых комплексов, способных оперативно провести мониторинг ледовой обстановки по всей трассе Северного морского пути.

Из средств массовой информации известно, что сегодня мониторинг условий судоходства в арктических районах осуществляется с использованием общедоступных космических аппаратов различных систем, в частности, NOAA, Terra/Aqua Modis, Suomi NPP, Radarsad-2, Eros-B, Электро-Л.

При этом используемая спутниковая группировка, территориально не охватывает всю акваторию Северного морского пути, предоставляет данные в различных форматах, что обуславливает значительную фрагментарность и низкую оперативность системы мониторинга. Это объясняется тем, что космическая система наблюдения за арктическим регионом, которую создает ГК «Роскосмос», будет полностью готова лишь к 2020 году: как сообщалось ранее с средствах массовой информации, корпорация запланировала запуск на высокоэллиптическую орбиту спутников дистанционного зондирования Земли, работающих в различных диапазонах длин волн, «Арктика-Р» и «Арктика-М» на 2018 и 2020 год.

Создаваемая система мониторинга с использованием сети станций приема, регистрации и обработки информации от космических аппаратов и радиометеорологических центров «Торос», единого центра сбора информации и системы спутников связи, имеет низкую надежность и высокую стоимость, низкую помехозащищенность каналов связи между элементами системы.

Таким образом, мониторинг ледовой обстановки с применением беспилотных авиационных комплексов, является актуальной задачей. БАК имеют возможность осуществлять геофизический мониторинг по всей протяженности Северного морского пути, производить точное картографирование маршрутов для ледоколов и судов, при этом имеют возможность базирования на борту ледокола в качестве бортового ледового разведчика.

Дополнительным условием является низкая себестоимость БПЛА, включая систему управления, также надежность в эксплуатации при низкой стоимости обслуживания.

Из средств массовой информации, известен аэростатный комплекс дальнего радиолокационного обнаружения (ДРЛО), описанный в статье Todd Lindeman, Bonnie Berkowitz " How the U.S. Army's blimplike surveillance aircraft works ", газета The Washington Post, 28.10.2015.

Аэростатный комплекс ДРЛО содержит аэростат, с размещенной на борту радиолокационной станцией, наземную платформу, трос для крепления аэростата к платформе.

В известном аэростатном комплексе ДРЛО с радиолокационной станцией, характеризующийся в целом фактом обнаружения объектов и определения их координат, характерен существенный недостаток снижающий эффективность применения подобных комплексов - невозможность мобильного использования (низкая маневренность) для усиления воздушного контроля на угрожающих направлениях, быстрого восстановления нарушенного радиолокационного поля. Другим недостатком известного комплекса является низкая помехозащищенность бортового радиотехнического комплекса, невозможность картографирования территории из-за постоянной точки висения.

Известен (патент РФ №2499730 от 02.10.2012) самолет дальнего радиолокационного обнаружения и корабельного базирования, который состоит из фюзеляжа, переднего крыла обратной стреловидности и заднего крыла нормальной стреловидности, расположенных в верхней части фюзеляжа и отклоненных вверх, двигательной установки и радиолокатора с носовой и боковыми активными фазированными антенными решетками. Фюзеляж выполнен с сужением поперечного сечения по ширине от носовой части к хвостовой. Двигательная установка выполнена в виде двигателя внутреннего сгорания с толкающим винтом и размещена в хвостовой части фюзеляжа. В передней кромке переднего крыла размещена моноимпульсная приемная антенна, выходы которой вместе с выходами носовой антенны подключены к входам блока весовой обработки сигнала с учетом отношения сигнал/шум. На концах заднего крыла расположены два вертикальных киля с рулями направления.

Недостаток известного самолета дальнего радиолокационного обнаружения и корабельного базирования заключается в том, что для базирования необходимо иметь аэродром с взлетно-посадочной полосой.

До 1990 года в России эксплуатировалось более 2000 аэродромов и аэропортов. Однако экономическая реформа, проводимая с 2000 года, привела к ликвидации 80% аэродромов. Таким образом, экономическая целесообразность требует внедрения новых технологий и беспилотных летательных аппаратов, основанных на дистанционном управлении полетом.

Известен (патент РФ №2402459 от 28.05.2010) палубный самолет, который содержит фюзеляж, крыло со складываемыми консолями, хвостовое оперение, силовую установку, обтекатель антенн с подвижным пилоном, шасси и посадочный гак. Силовая установка состоит из четырех турбовинтовых двигателей, которые расположены впереди крыла. Механизация крыла и элероны расположены в зоне обдува винтов. Консоли крыла снабжены законцовками.

Недостаток известного палубного самолета: необходимо иметь аэродром с взлетно-посадочной полосой; невозможность проведения оптической разведки и, как следствие, низкая идентификация наземных и морских объектов.

Известен авиационный комплекс радиолокационного дозора (АК РЛДН) А-50, описанный в монографии Верба B.C. "Авиационные комплексы радиолокационного дозора и наведения. Состояние и тенденции развития". - М.: Радиотехника. 2008. 432 с.

Известный АК РЛДН содержит летательный аппарат с радиотехническим комплексом (РТК). Обобщенная структурная схема РТК, содержит бортовую радиолокационную станцию (БРЛС), систему государственного опознавания (СГО), системы активного запроса-ответа и передачи команд (САЗО-СПК), командную радиолинию (КРУ), бортовую вычислительную систему (БВС), бортовой комплекс средств связи (БКСС) и автоматизированные рабочие места (АРМ).

Недостатки АК РЛДН А-50: антенна БРЛС расположена во вращающемся вместе с антенной обтекателе, связь антенны с аппаратурой, расположенной внутри фюзеляжа, осуществляется через многоканальный СВЧ - вращающийся переход и низкочастотное контактное вращающееся устройство, что приводит к низкой надежности конструкции; отсутствие оптико-электронной системы, что не позволяет идентифицировать наземные и морские объекты; необходимо иметь аэродром с взлетно-посадочной полосой; отсутствие возможности передачи радиолокационных данных наземным службам ТЭК, другим службам ведомственной принадлежности; высокая стоимость.

Известен (патент РФ №2402459 от 28.05.2010) вертолет, содержащий фюзеляж, силовую установку, соосные винты, шасси, размещенную в передней части фюзеляжа кабину, пилотажно-навигационную систему, систему электроснабжения, систему управления, пульт управления и радиолокационную антенну.

Известный вертолет имеет недостатки: невозможность работы спутниковой навигационной системы при активных помехах и, как следствие, невозможность определения и передачи точных координат наземных (морских) объектов; невозможность картографирования местности.

Известен вертолет радиолокационного дозора Ка-31, показанный на стр. 30, журнал "Арсенал", №6, 2014, "Издательский дом А4" и описанный на стр. 9-10 журнала "Взлет" №5/2008 (41), ISSN 1819-1754, ООО "Аэромедиа".

Вертолет радиолокационного дозора Ка-31 содержит радиолокационную станцию и антенну с фазированной решеткой, размещенной под фюзеляжем, которая вращается на 360°. Поскольку антенна имеет значительные размеры, то в нерабочем положении она складывается.

Вертолет радиолокационного дозора Ка-31 имеет недостатки:

- низкая дальность обнаружения воздушных объектов (100-150 км) и надводных объектов (до 250 км);

- низкая надежность антенны;

- низкая точность выдерживания параметров курса и высоты полета;

- низкая точность полета по заданному маршруту;

- низкая помехозащищенность канала передачи радиолокационных данных;

- низкая точность зависания в течении длительного времени;

- небольшая продолжительность патрулирования (2,5 ч при полете на высоте 3500 м);

- низкая помехозащищенность навигационной системы;

- высокая стоимость.

Известен (патент РФ №2441809 от 11.12.2009) способ управления беспилотным привязным аппаратом (БПЛА) и беспилотный авиационный комплекс (БАК). БАК содержит наземную станцию, БПЛА с движителем, привязь, включающую силовой трос, связывающий наземную станцию с БПЛА, и многофункциональный кабель, а также механизм для регулирования длины привязи, и систему управления положением и стабилизации БПЛА, включающую датчики его пространственного положения. При управлении БПЛА обеспечивают режим его движителя, при котором подъемная сила превышает вес БПЛА вместе с привязью. Высоту подъема БПЛА задают длиной силового троса, а управление положением и стабилизацию БПЛА осуществляют с помощью отдельного управляющего троса, длину которого изменяют по сигналу датчиков, фиксирующих пространственное положение БПЛА. Механизм для регулирования длины управляющего троса может быть установлен на наземной станции комплекса или в носовой части летательного аппарата. В последнем случае управляющий трос может быть присоединен к силовому тросу. БПЛА связан с силовым тросом через шарнирный механизм.

Недостаток известного БАК: низкая маневренность и невозможность обнаружения воздушных объектов на большой дальности.

Наиболее близкой по технической сущности и уровню эксплуатационных характеристик к патентуемой полезной модели, является беспилотный авиационный комплекс, описанный в патенте РФ №2403182 от 18.06.2009.

БАК безаэродромного базирования содержит БПЛА и стартовую наземную станцию, содержащую мобильную платформу и установленные на ней энергетическую установку и блок управления полетом БПЛА. БПЛА выполнен в виде двухконсольного крыла, на поворотных консолях которого установлены движители. Консоли выполнены с возможностью их поворота на 180° относительно продольной оси крыла вокруг корпуса для полезной нагрузки. На платформе стартовой наземной станции установлен вертикально трансмиссионный вал, связанный с редуктором, и стартовое устройство, установленное с помощью трех опор. Стартовое устройство содержит средства для передачи вращения от трансмиссионного вала к БПЛА, а также средства для его фиксации и расфиксации при заданной скорости вращения трансмиссионного вала. Опоры стартового устройства выполнены телескопическими с независимой регулировкой их длины от блока управления для предполетной коррекции пространственной ориентации беспилотного летательного аппарата. БАК снабжен системой предполетной автоматической статической балансировки беспилотного летательного аппарата.

Недостатки известного (прототип) БАК: невозможность использования беспилотного летательного аппарата для размещения радиотехнического комплекса дальнего радиолокационного обнаружения, низкая помехозащищенность каналов управления блока управления, низкая точность определения координат до воздушных, наземных и морских объектов.

Техническим результатом данной полезной модели является повышение точности определения координат до воздушных, наземных и морских объектов.

Технический результат достигается за счет того, что беспилотный авиационный комплекс содержащий беспилотный летательный аппарат, а беспилотный летательный аппарат вертолетного типа, предназначенный для радиолокационно-оптического дозора, выполнен по схеме квадрокоптера и содержит фюзеляж, балковый держатель, предназначенный для подвески и транспортирования контейнера полезной нагрузки, первую силовую установку, вторую силовую установку, третью силовую установку и четвертую силовую установку, закрепленных к фюзеляжу четырьмя поворотными опорами, на фюзеляже размещена оптико-электронная система, бортовая система автоматического сопровождения и управления полетом, а снизу фюзеляжа, с использованием балкового держателя, подвешен контейнер полезной нагрузки, оснащенный в передней части радиопрозрачным обтекателем и радиотехническим комплексом, левое полозковое шасси и правое полозковое шасси, соединены с первой, второй, третьей и четвертой опорными стойками, которые соединены с фюзеляжем.

В другом частном варианте, в качестве двигателя первой силовой установки, второй силовой установки, третьей силовой установки и четвертой силовой установки используется роторно-поршневой двигатель, который способен развивать мощность до 225 кВт при 8000 об/мин, имеющий крутящий момент 210 Нм при 3000 об/мин, массу 101 кг, удельную массу двигателя 1,5 кг/кВт, удельный расход топлива 265 г/кВт⋅ч.

Еще в одном частном варианте, контейнер полезной нагрузки, оснащенный радиопрозрачным обтекателем и радиотехническим комплексом, предназначенный для обнаружения, опознавания и сопровождения воздушных, морских и наземных объектов, обнаружения и пеленгации средств радиоэлектронных помех, мониторинга объектов топливно-энергетического комплекса, картографирования местности, обнаружения метеообразований, содержит пилотажно-навигационный комплекс, предназначенный для пилотирования беспилотного летательного аппарата в зоне дозора по типовым траекториям, информационного обмена с мобильным пунктом управления, автоматического отслеживания координат беспилотного летательного аппарата, формирования траектории полета беспилотного летательного аппарата, управления силовыми установками беспилотного летального аппарата, бортовую вычислительную систему, бортовую радиолокационную станцию, антенный блок, систему жидкостного охлаждения, систему воздушного охлаждения, систему государственного опознавания, оптическую систему наблюдения, блок интерфейсный, топливную систему, систему обогрева, противообледенительную систему, систему электропитания, при этом первый вход-выход пилотажно-навигационного комплекса соединен с первым входом-выходом бортовой вычислительной системы, второй вход-выход которой соединен с первым входом-выходом бортовой радиолокационной станции, второй вход-выход которой соединен с первым входом-выходом антенного блока, третий вход-выход бортовой радиолокационной станции соединен с первым входом-выходом системы жидкостного охлаждения, четвертый вход-выход бортовой радиолокационной станции соединен с первым входом-выходом системы воздушного охлаждения, пятый вход-выход упомянутой бортовой радиолокационной станции соединен с первым входом-выходом системы государственного опознавания, второй выход которой соединен с третьим входом бортовой вычислительной системы, четвертый вход-выход которой соединен с первым входом-выходом оптической системы наблюдения, пятый вход-выход упомянутой бортовой вычислительной системы соединен с первым входом-выходом блока интерфейсного, второй вход-выход которого соединен с первым входом-выходом топливной системы, третий вход-выход блока интерфейсного соединен с первым входом-выходом системы обогрева, четвертый вход-выход блока интерфейсного соединен с первым входом-выходом противообледенительной системы, пятый вход-выход упомянутого блока интерфейсного соединен с первым входом-выходом системы электропитания.

Еще в одном частном варианте, в качестве оптико-электронной системы используется оптико-электронная система ОЭС-52, предназначенная для обзора пространства в видимом и инфракрасном диапазонах, обнаружения и автосопровождения наземных и надводных объектов, измерения дальности до объектов.

В другом частном варианте, в качестве бортовой радиолокационной станции используется бортовое радиоэлектронное оборудование, предназначенное для формирования, излучения и приема радиолокационного сигнала, используемого для обнаружения и сопровождения воздушных, морских и наземных объектов на дальности до 400 км, работы в Х-диапазоне частот, причем, в качестве антенного блока используется пассивная фазированная решетка, установленная на механическом двухстепенном (по азимуту и крену) электрогидроприводе, которая обеспечивает, с учетом ширины диаграммы направленности, углы обзора, относительно строительной оси беспилотного летательного аппарата, по азимуту ± 120°, по углу места ± 60°.

Заявленная полезная модель иллюстрируется следующими чертежами: фиг. 1, на которой показан состав и внешний вид беспилотного летательного аппарата (вид снизу); фиг. 2, на которой показана структурная схема контейнера полезной нагрузки оснащенного радиотехническим комплексом; фиг. 3, на которой показана структурная схема пилотажно-навигационного комплекса; фиг. 4, на которой показан принцип работы беспилотного летательного аппарата с мобильным пунктом управления.

Рассмотрим структуру беспилотного авиационного комплекса (БАК) 1.

Как видно из чертежа фиг. 1, БПЛА 1 вертолетного типа, выполнен по схеме квадрокоптера и содержит фюзеляж 2, банковый держатель (на чертеже не показано), предназначенный для подвески и транспортирования контейнера полезной нагрузки 3, первую силовую установку 7, вторую силовую установку 8, третью силовую установку 9 и четвертую силовую установку 10, закрепленных к фюзеляжу четырьмя поворотными опорами, на фюзеляже 2 размещена оптико-электронная система (ОЭС) 6, бортовая система автоматического сопровождения и управления полетом (БСАСУП) 5, а снизу фюзеляжа 2, с использованием балкового держателя, подвешен контейнер полезной нагрузки 3, оснащенный в передней части радиопрозрачным обтекателем 4 и радиотехническим комплексом (РТК), левое полозковое шасси 11 и правое полозковое шасси 12, соединены с первой, второй, третьей и четвертой опорными стойками (на чертеже не показаны), которые соединены с фюзеляжем 2.

Еще в одном частном варианте, как показано на чертеже фиг. 1, в качестве двигателя первой силовой установки 7, второй силовой установки 8, третьей силовой установки 9 и четвертой силовой установки 10 используется роторно-поршневой двигатель (на чертеже не показан), который способен развивать мощность до 225 кВт при 8000 об/мин, имеющий крутящий момент 210 Нм при 3000 об/мин, массу 101 кг, удельную массу двигателя 1,5 кг/кВт, удельный расход топлива 265 г/кВт⋅ч.

В другом частном варианте, контейнер полезной нагрузки (КПН) 3 оснащенный радиопрозрачным обтекателем 4 и РТК, как показано на чертеже фиг. 1 и фиг. 2, предназначенный для обнаружения, опознавания и сопровождения воздушных, морских и наземных объектов, обнаружения и пеленгации средств радиоэлектронных помех, мониторинга объектов топливно-энергетического комплекса, картографирования местности, обнаружения метеообразований, содержит: пилотажно-навигационный комплекс (ПНК) 13, предназначенный для пилотирования БПЛА 1 в зоне дозора по типовым траекториям, информационного обмена с мобильным пунктом управления (МПУ) 45, автоматического отслеживания координат БПЛА 1, формирования траектории полета БПЛА 1, управления силовыми установками БПЛА 1; бортовую вычислительную систему (БВС) 14; бортовую радиолокационную станцию (БРЛС) 15; антенный блок (АБ) 20; систему жидкостного охлаждения (СЖО) 16; систему воздушного охлаждения (СВО) 17; систему государственного опознавания (СГО) 18; оптическую систему наблюдения (ОСН) 19; блок интерфейсный 21; топливную систему 22; систему обогрева 23; противообледенительную систему 24; систему электропитания 25.

При этом первый вход-выход ПНК 13 соединен с первым входом-выходом БВС 14, второй вход-выход которой соединен с первым входом-выходом БРЛС 15, второй вход-выход которой соединен с первым входом-выходом АБ 20, третий вход-выход БРЛС 15 соединен с первым входом-выходом СЖО 16, четвертый вход-выход БРЛС 15 соединен с первым входом-выходом СВО 17, пятый вход-выход упомянутой БРЛС 15 соединен с первым входом-выходом СГО 18, второй выход которой соединен с третьим входом БВС 14, четвертый вход-выход которой соединен с первым входом-выходом ОСН 19, пятый вход-выход упомянутой БВС 14 соединен с первым входом-выходом блока интерфейсного 21, второй вход-выход которого соединен с первым входом-выходом топливной системы 22, третий вход-выход блока интерфейсного 21 соединен с первым входом-выходом системы обогрева 23, четвертый вход-выход блока интерфейсного 21 соединен с первым входом-выходом противообледенетильной системы 24, пятый вход-выход упомянутого блока интерфейсного 21 соединен с первым входом-выходом системы электропитания 25.

Еще в одном частном варианте, как показано на чертеже фиг. 1, в качестве ОЭС 6 используется оптико-электронная система ОЭС-52, предназначенная для обзора пространства в видимом и инфракрасном диапазонах, обнаружения и автосопровождения наземных и надводных объектов, измерения дальности до объектов.

В другом частном варианте, как показано на чертеже фиг. 2, в качестве БРЛС 15, используется бортовое радиоэлектронное оборудование, предназначенное для формирования, излучения и приема радиолокационного сигнала, используемого для обнаружения и сопровождения воздушных, морских и наземных объектов на дальности до 400 км, работы в Х-диапазоне частот, причем в качестве АБ 20 используется пассивная фазированная решетка (ПФАР), установленная на механическом двухстепенном (по азимуту и крену) электрогидроприводе, которая обеспечивает, с учетом ширины диаграммы направленности, углы обзора, относительно строительной оси беспилотного летательного аппарата, по азимуту ± 120°, по углу места ± 60°.

На чертеже фиг. 1 показан общий вид системы автоматического сопровождения и управления полетом (САСУП) 5, которая состоит из системы ориентации антенн (СОА), аппаратуры приема-передачи данных (АППД), антенны, цифровой радиорелейной станции (ЦРЛС), антенного модуля, системы широкополосного доступа и оптико-электронного модуля (на чертеже не показано).

На чертеже фиг. 3, показана структурная схема ПНК 13 и состав: антенная решетка (АР) 29, многодиапазонный навигационный модуль (МНМ) 28, бесплатформенная инерциальная навигационная система (БИНС) 27, доплеровский измеритель скорости и угла сноса (ДИСС) 26, вычислитель воздушных параметров 31, датчик температуры 32, приемник полного давления 33, приемник статического давления 34, навигационный вычислитель 30, пилотажный вычислитель 35, датчик угла скольжения 36, датчик угла атаки 37, контроллер приводов 38, контроллер подсистем 39, датчик перегрева силовых установок 40, блок управления силовыми установками 41, радиовысотомер 42, лазерный высотомер 43, приемный канал ближней навигации 44.

Заявленный БАК с БПЛА 1 работает следующим образом.

В исходном положении БПЛА 1, расположен на мобильной платформе 46. Получив от вышестоящего руководства команду на запуск БПЛА 1, командир экипажа отдает команду первому или второму оператору экипажа на запуск БПЛА 1.

Первый оператор с автоматизированного рабочего места, используя канал управления, образованный аппаратурой приема-передачи данных 48, подает данные в бортовую систему автоматического сопровождения и управления 5 БПЛА 1.

БПЛА 1, получив команду, с использованием ПНК 13, подает сигнал управления, через пилотажный вычислитель 35, контроллер подсистем 39 и блок управления силовыми установками 41, на запуск 7, 8, 9 и 10 силовых установок.

Антенна в комплекте с аппаратурой приема-передачи данных 48 МПУ 45 и БСАСУП 5 БПЛА 1 автоматически наводятся друг на друга. Принцип работы автоматической системы ориентации антенн имеет следующие этапы:

а) антенна в комплекте с аппаратурой приема-передачи данных 48, получает сигналы телеметрии с борта БПЛА 1 и передает их через контактное устройство по интерфейсу 10/100BaseT (на чертеже не показано) в автоматизированное рабочее место (АРМ) МПУ 45, который содержит панельный компьютер (на чертеже не показано);

б) компьютер АРМ МПУ 45 производит необходимые вычисления и на основании полученных данных, формирует команды для блока управления двигателями (на чертеже не показано) силовых установок 7, 8, 9 и 10 БПЛА 1;

в) блок управления двигателями (на чертеже не показано) силовых установок 7, 8, 9 и 10 БПЛА 1, на основании полученных через контактное устройство команд (на чертеже не показано), производит своевременное включение и выключение двигателей, а также контролирует скорость вращения, направление вращения и количество оборотов каждого двигателя независимо. В результате, система ориентации антенн 48 и 5 наводит антенны с точностью ± 5 угловых градусов;

г) приемная антенна аппаратуры приема-передачи данных 48 принимает, обрабатывает и через контактное устройство передает по интерфейсу 10/100BaseT информацию на АРМ контейнера 47 МПУ 45;

Сигналы от спутниковых навигационных систем (СНС) непрерывно поступают на антенную решетку 29, далее в МНМ 28.

В настоящее время СНС становится основным средством определения навигационных параметров для многих летательный аппаратов, в том числе, для пилотируемых и беспилотных авиационных комплексах вертолетного типа. С широким использованием СНС создается зависимость эффективности применения авиационной техники от качества функционирования СНС в целом и качества функционирования навигационной аппаратуры пользователей (НАП).

НАП обладает крайне низкой устойчивостью к помехам. Нарушение навигационного поля СНС может осуществляться посредством воздействия помех: преднамеренных и промышленных. Уровень помехоустойчивости НАП характеризуется отношением мощности помех к мощности полезного сигнала, при котором НАП перестает выполнять свои функции.

Некоторые образцы НАП, используемые на беспилотных летательных аппаратах, имеют низкий уровень помехоустойчивости, который составляет 25-28 дБ. Уровень входного сигнала НАП крайне мал (10 Вт) и НАП может быть подавлен передатчиком помех мощностью всего в несколько ватт, в связи с чем, повышение помехоустойчивости НАП является ключевой задачей при разработке БПЛА 1.

Подавление НАП средствами радиоэлектронного подавления (РЭП) приведет к существенному снижению эффективности применения БПЛА 1. Искажение навигационного поля может привести к серьезным последствиям, в особенности для дистанционно управляемых БПЛА 1.

БПЛА 1 различного класса с использованием НАП СНС достаточно широко распространены, однако всем им присущ главный недостаток: низкая помехозащищенность.

Проведенные испытания НАП отечественного производства «Грот-Н», «Бриз-КМИ», МРК-32Р, МРК-33 показали, что при реальной чувствительности приемного устройства - 165 дБВт срыв сопровождения наступает при уровне помех на входе - 120 дБВт, т.е. превышение помехи над сигналом составляет примерно 40-45 дБ. Это объясняется применением широкополосных сигналов и накоплением на интервале времени 1 мс. Для повышения помехозащищенности НАП необходимо использовать специальные методы (источник информации: "Методы определения навигационных параметров подвижных средств с использованием спутниковой радионавигационной системы ГЛОНАСС: монография / В.Н. Тяпкин, Е.Н. Гарин. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 260 с.). Согласно тактико-техническим характеристикам, реальная чувствительность приемной части НАП, используемых в настоящее время на БПЛА составляет - 165 дБВт, а максимальная мощность помех составит минус (100-110) дБВт в мирное время и угрожаемый период. В условиях конфликта, когда местоположение БПЛА с НАП окажется в непосредственной близости от линии соприкосновения с источником РЭП, мощности помех на входе приемных устройств составят минус (85-95) дБВт.

Таким образом, превышение помехи над сигналом составит (55-65) дБВт в мирное время и угрожаемый период, а в условиях конфликта при непосредственном нахождении БПЛА с существующими типами НАП - (70-80) дБВт. Исходя из возможных уровней помех, на входе приемных устройств НАП такое превышение может составлять 60-70 дБ.

Согласно проведенным испытаниям, навигационные приемники сохраняют свою работоспособность при работе на ненаправленную антенну, когда помеха превышает сигнал на 30 дБ. Это объясняется сжатием широкополосного сигнала, а затем его накоплением. Для бесперебойной работы НАП, используемой в настоящее время на БПЛА в условиях максимальной мощности помех, необходимо разработать помехозащищенную навигационную аппаратуру, позволяющую ослабить мощность помех на 30-40 дБ (источник информации: "Методы определения навигационных параметров подвижных средств с использованием спутниковой радионавигационной системы ГЛОНАСС: монография / В.Н. Тяпкин, Е.Н. Гарин. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 260 с.).

Известна (патент США №6486828 B1 от 26.11.2002) адаптивная антенная решетка, которая содержит четыре антенных элемента, четыре радиочастотных тракта, четыре аналого-цифровых преобразователя, сумматор и процессор, мультиканальный демодулятор.

Недостатком этого устройства является невозможность работы в литерах частот L2 спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС/GPS и, как следствие, низкая помехоустойчивость.

Известна помехоустойчивая система для GPS навигационного приемника, работающая с СНС GPS, описанная в патенте США №7508339 B1 от 24.03.2009, которая содержит антенный элемент, радиочастотный понижающий преобразователь, аналого-цифровой преобразователь, GPS процессор. Недостатком этой системы является невозможность работы в литерах частот L1 и L2 спутниковой навигационной системы ГЛОНАСС и, как следствие, низкая помехоустойчивость.

Известна (патент на полезную модель РФ №124517 от 07.08.2012) малогабаритная адаптивная антенная решетка. Недостаток малогабаритной адаптивной антенной решетки: невозможность работы в литерах частот L2 спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС, GPS и, как следствие, низкая помехоустойчивость навигационных систем, установленных в авиационной технике.

Антенная решетка 29 содержит первый, второй, третий, четвертый и пятый антенный модуль (на чертеже не показано), далее через разъем подключения (на чертеже не показано) сигналы поступают на соответствующий вход первого, второго, третьего и четвертого радиочастотного тракта. Антенная решетка 29 позволяет реализовать пространственную обработку сигналов от СНС. Сигнал помехи от средств РЭП, подающийся на антенную решетку 29 возбуждает первый, второй, третий и четвертый антенный модуль (на чертеже не показано) со своей фазой, что позволяет извлечь информацию о пространственном положении источника помех и использовать ее для подавления помеховых воздействий. При этом, единственным оцениваемым параметром является мощность помехи на входе антенной решетки 29. Подавление помехи происходит за счет формирования "провала" в диаграмме направленности антенной решетки 29 в направлении на источник помехи. Для этого вычислитель антенной решетки 29 выделяет один из антенных модулей (на чертеже не показано) главным, например, главным выделяется первый антенный модуль, остальные антенные модули становятся периферийными. Суть метода работы вычислителя заключается в компенсации фазовых набегов помех на выходе периферийных антенных модулей антенной решетки 29. На основании встроенного программного обеспечения (на чертеже не показано) вычислитель определяет вектор наблюдений главного антенного модуля и периферийных антенных модулей антенной решетки 29, далее происходит вычитание из сигнала главного антенного модуля взвешенной суммы сигналов периферийных антенных модулей. При этом вектор весовых коэффициентов рассчитывается вычислителем (на чертеже не показано) так, что разностный сигнал имеет минимально возможную мощность т.е. является решением уравнения Винера-Хопфа.

Навигационный сигнал от антенной решетки 29 поступает на МНМ 28. Здесь необходимо отметить, что МНМ 28 состоит из аналоговой и цифровой части (на чертеже не показано).

Принятые навигационные сигналы от СНС поступают в модуль 28, который передает их в БИНС 27. БИНС 27 так же принимает информационные полетные данные и от ДИСС 26.

БИНС 27 предназначена для измерения дирекционного угла (курса), линейных ускорений, угловых скоростей, углов поворота и наклона БПЛА 1.

Способ придания БИНС 27 компасных свойств основан на использовании показаний датчиков угловой скорости (ВОГ) и линейных ускорений (кварцевых акселерометров) с последующей их обработкой. Способ определения направления на север показан на Рис. 15 стр. 44 монографии Мосиенко С.А. (Наземные ударные и разведывательные робототехнические комплексы для тактических подразделений Сухопутных войск. Мосиенко С.А. - М.: ООО "Самполиграфист", 2014.- 250 с. Открытое издание).

БИНС 27 передает курс БПЛА 1 и навигационные данные в навигационный вычислитель 30 и пилотажный вычислитель 35. Навигационный вычислитель 30 принимает данные от радиовысометра 42, лазерного высотометра 43, приемного канала ближней навигации 44 и вычислителя воздушных параметров 31, который принимает информационные данные от датчика температуры 32, приемника полного давления 33 и приемника статического давления 34.

Рассмотрим чертеж фиг. 3, на котором показано комплексирование АР 29 с МНМ 28 и БИНС 27.

Задача комплексирования инерциальных и спутниковых навигационных систем не является новой, хотя появилась сравнительно недавно. Многочисленные публикации, вышедшие в девяностых годах, посвященные комплексированию спутниковой (как правило, GPS) и БИНС, говорят о том, что эта задача является актуальной и активно решается у нас в стране и за рубежом.

Однако, в связи с коммерческой направленностью исследований, доступными оказываются общие схемы комплексирования и результаты проводимых испытаний. Ряд ключевых моментов, связанных с обработкой данных, поступающих с датчиков, остается не раскрытыми. Необходимость комплексирования инерциальных и спутниковых навигационных систем, которая работает с СНС, возникает в связи с тем, что каждая система в отдельности имеет ряд достоинств и недостатков. СНС дает достаточно хорошую точность, однако частота обновления спутниковой информации низкая (1-5 Гц), возможно отсутствие навигационного решения, когда мало видимых спутников. БИНС 27, напротив, дает высокочастотную (10-100 Гц) информацию, в том числе об ориентации, это автономная система. БИНС 27 имеют меньшую погрешность от измерения к измерению, однако ошибки ее, в отличие от СНС, накапливаются со временем и могут составлять десятки километров в определении местоположения. Объединение таких систем позволит скомпенсировать эти недостатки.

Глубокое интегрирование инерциальных и спутниковых навигационных систем представляет собой комплексирование на приборном уровне и дает, по сути, новую систему, чувствительными элементами которой являются акселерометры, гироскопы и корреляторы. Комплексирование инерциальных и спутниковых навигационных систем дает то, что при таком подходе используется вся измерительная информация, в результате чего, навигационные системы БПЛА 1 могут работать в условиях малого количества спутников СНС. В этом случае, при комплексировании используются собственные алгоритмы обработки измерений, что делает систему более надежной.

БИНС 27 имеют достаточно большую погрешность измерения координат. Поскольку координаты вычисляют путем двойного интегрирования измеренных ускорений, погрешность измерения текущих координат возрастает пропорционально квадрату времени.

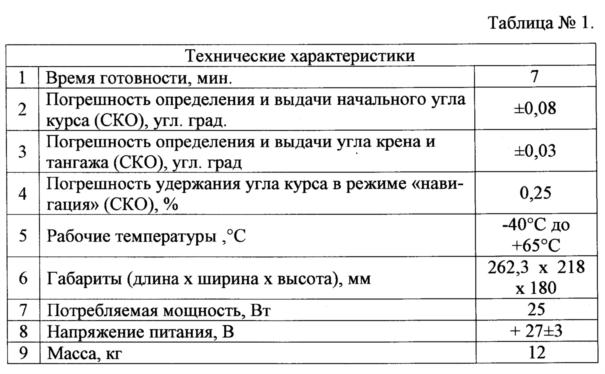
Для повышения помехоустойчивости навигационной аппаратуры БПЛА 1, комплексирование инерциальных и спутниковых навигационных систем происходит на уровне первичной обработки, поскольку именно там производится слежение за сигналами СНС и узлы этого уровня более всего подвержены воздействию помех. Комплексирование проводится на уровне низкочастотных устройств, в противном случае чрезмерно возрастает объем передаваемых данных и увеличиваются вычислительные затраты.

Комплексирование инерциальных и спутниковых навигационных систем позволяет сопровождать СНС при превышении помехи над сигналом на 50 дБ за счет сужения полосы и увеличения времени накопления сигнала. БИНС 27 имеют большое значение для задачи управления диаграммой направленности (ДНА) и АР 29. Задача управления ДНА АР 29 сводится к формированию максимума в направлении на заданные СНС, либо к формированию минимума в направлении помех от средств РЭП.

При поиске и слежении за сигналами СНС более актуальна первая задача, при этом направления на СНС точно известны. Для формирования максимума ДНА необходимо знать текущую ориентацию АР 29, поскольку ДНА формируется в связанной с АР 29 системе координат. В режиме слежения за СНС, текущая ориентация БПЛА 1 определяется ДИСС 26, однако при начальной инициализации в условиях помех и пересеченной местности без дополнительной информации о пространственной ориентации не обойтись. Комплексирование инерциальных и спутниковых навигационных систем позволяет в течение значительного интервала времени получать данные о текущей пространственной ориентации БПЛА 1 при потере сигналов от СНС.

Требования к параметрам БИНС 27 определяются динамикой БПЛА 1, а также параметрами АР 29. Основное требование заключается в том, чтобы погрешность априорных данных БИНС 27 не превышала ширину диаграммы направленности АР 29 при максимальной динамике БПЛА 1.

В таблице №1 приведены краткие технические характеристики БИНС 27:



Погрешность БИНС 27 складывается из двух составляющих: собственная погрешность и динамическая погрешность, которая обусловлена неточностью предсказания о положении БПЛА 1 на текущий момент времени при его полете.

Требуемую динамику можно обеспечить повышением частоты выдачи данных БИНС 27 для того, чтобы к моменту выдачи следующей информационной посылки пространственная ориентация БПЛА 1 не могла измениться на предельно допустимую величину. Так, при предельной погрешности пространственной ориентации 1° и максимальной динамике БПЛА 1 60 град/с требуемая частота выдачи данных составляет 60 Гц. Погрешность синхронизации является одной из основных составляющих динамической погрешности.

Исключить погрешность синхронизации можно за счет аппаратной синхронизации. Для этого МНМ 28 формирует аппаратную метку времени, которая привязана к внутренней шкале времени, с помощью этой метки времени привязана внутренняя шкала БИНС 27.

Для коррекции БИНС 27 в качестве внешнего источника информации используется ДИСС 26. ДИСС 26 - бортовое локационное устройство, основанное на использование эффекта Доплера, согласно которому, частота принятого сигнала, отраженного от цели может отличается от частоты излученного сигнала и разница зависит от соотношения скоростей объектов относительно друг друга. ДИСС 26 предназначен для автоматического непрерывного измерения и индикации составляющих вектора скорости, модуля путевой скорости, угла сноса и координат БПЛА 1. В ДИСС 26 скорость БПЛА 1 определяется путем измерения доплеровского сдвига частоты сигнала, отраженного от земной поверхности. Для полного определения вектора путевой скорости необходимо знание составляющих минимум по трем неколлинеарным подвижным лучам. Соответственно ДИСС 26 имеют обычно три или четыре луча с различной взаимной ориентацией.

Из источников литературы, например, статьи А.К. Агапеев, Б.Н. Гузеев, "Состояние и перспективы развития управляемых авиационных бомб с инерциально - спутниковой системой наведения", стр. 21-24, "Вестник авиации и космонавтики" №5, 2006, известно, что основными направлениями повышения помехоустойчивости НАП являются:

- использование в НАП высокоточного сигнала ВТ-код для ГЛОНАСС - прирост 10-12 дБ;

- применение алгоритмов тесно связанного комплексирования сигналов СНС 165 МНМ 126 и БИНС 127 - прирост 20-25 дБ;

- введение пространственной обработки сигналов 180 от СНС 165 при использовании АР 2 - прирост 35-40 дБ.

Таким образом, можно констатировать, что разработанное решение успешно решает задачу: повышение помехоустойчивости до уровня 100-120 дБ.

При уровне в 90 дБ, элементы навигационной системы АР 29, МНМ 28 и БИНС 27, установленные на БПЛА 1, могут успешно работать в условиях, когда мощность помех в миллиард раз превышает мощность полезного сигнала. Для подавления элементов навигационной системы АР 29, МНМ 28 и БИНС 27 БПЛА 1 средствами РЭП, потребуется передатчик с выходной мощностью в десятки киловатт. Такой уровень помехоустойчивости достигнут благодаря комплексированию АР 29, МНМ 28 и БИНС 27.

Навигационный вычислитель 30 и пилотажный вычислитель 35 ПНК 13 передают информационные данные в бортовую вычислительную систему 14 БПЛА 1. Одновременно, данные поступают в бортовую вычислительную систему 14 БПЛА 1 от блока интерфейсного 21, который, в свою очередь, принимает данные от топливной системы 22, системы обогрева 23, противообледенительной системы 24 и системы электропитания 25. Интегрированные данные от вышеперечисленных систем БПЛА 1, через бортовую вычислительную систему 14 передаются в АРМ 47 МПУ 45.

Рассмотрим режим оптического дозора БПЛА 1.

В автоматическом режиме БПЛА 1 поднимается на заданную высоту 500, 1000 или 3000 метров. По команде оператора с АРМ МПУ 45, поступает сигнал управления на включение ОЭС 6 БПЛА 1. Основные функции ОЭС 6:

- обеспечение круглосуточного поиска, обнаружения и распознавания оператором МПУ 45 по изображению на экране АРМ размещенных в 47, наземных, надводных или воздушных объектов; измерение угловых координат линии визирования;

- захват и сопровождение объектов;

- измерение наклонной дальности до объектов, измерение относительной скорости;

- поиск, обнаружение и автоматическое сопровождение объектов.

ОЭС 6 имеет следующий состав оборудования (на чертеже не показано): тепловизионная камера с переменным угловым полем; телевизионная камера с переменным угловым полем; телевизионная камера широкоугольная; лазерный дальномер (безопасный для глаз); лазерный дальномер/целеуказатель.

Лазерный дальномер имеет возможность определять дальность до объекта на расстоянии 100-30000 метров.

В качестве бортовой радиолокационной станции 15 используется бортовое радиоэлектронное оборудование, предназначенное для формирования, излучения и приема радиолокационного сигнала, используемого для обнаружения и сопровождения воздушных, морских и наземных объектов на дальности до 400 км, работы в Х-диапазоне частот, причем в качестве антенного блока 20 используется пассивная фазированная решетка (ПФАР), установленная на механическом двухстепенном (по азимуту и крену) электрогидроприводе, которая обеспечивает, с учетом ширины диаграммы направленности, углы обзора, относительно строительной оси беспилотного летательного аппарата, по азимуту ± 120°, по углу места ± 60°.

В АБ 20 входят также компенсационная антенна - антенный модуль, волноводный сумматор, переключатель каналов приема (КАН - Компенсационный-Азимутальный-Наклона), циркулятор прием-передача, коммутатор антенна-эквивалент (КАЭ) и полосовой фильтр (на чертеже не показано).

В АБ 20 образованной приемо-передающими модулями формируются суммарный сигнал диаграммы направленности (S) и разностные сигналы азимута - DA и угла места (наклона) - DH для моноимпульсного метода пеленгации объектов. Суммарный канал подключается через циркулятор к входу первого канала приемника. К входу второго канала приемника, через переключатель (КАН), подключаются разностные сигналы DA и DH или выход антенны компенсационного. Антенна компенсационного канала имеет широкую диаграмму направленности, перекрывающую боковые лепестки основной антенны (на чертеже не показано). В зависимости от соотношения сигналов суммарного и компенсационного каналов для каждого элемента разрешения по дальности и частоте выносится решение о наличии помехи» этом элементе и его «отбраковке». То есть, когда сигнал компенсационного канала превышает сигнал основного, элемент разрешения считается пораженным помехой и во внимание не принимается.

Блок передатчика БРЛС 15 осуществляет усиление СВЧ мощности и содержит усилитель на лампе бегущей волны (ЛБВ), модулятор, высоковольтный выпрямитель, схемы контроля и защиты от нарушений работы ЛБВ (на чертеже не показано), СЖО 16 и СВО 17.

Блок задающего генератора БРЛС 15 формирует сигнал несущей частоты для передатчика, сигналы гетеродинных частот для блока приемника и сигнал опорной частоты для модуля аналого-цифрового преобразователей. Блок задающего генератора содержит кварцевый генератор и синтезатор частот, управляемый по информации, поступающей из бортового вычислительного блока через блок, и обеспечивающий электронную перестройку несущей частоты блока передатчика и частоты первого гетеродина блока приемника (на чертеже не показано). Часть мощности блока задающего генератора ответвляется и передается на антенный блок 20 для формирования контрольного сигнала.

В блоке задающего генератора обеспечивается амплитудная и фазовая модуляции сигнала несущей частоты БРЛС 15, частоты подсвета и радиокоррекции управляемых аппаратов.

Двухканальный приемник с двойным преобразованием частоты, содержит малошумящие транзисторные усилители с защитным устройством, аттенюаторы, коммутатор каналов и синхронные детекторы (на чертеже не показано). Управляемый гетеродин уменьшает влияние помех от земли путем переноса частоты отраженного помехового сигнала на нулевую частоту. Частота гетеродина управляется бортовым вычислительным блоком через блок перестройки несущей частоты передатчика (на чертеже не показано).

Модуль аналого-цифровых преобразователей (АЦП) содержит два АЦП и схемы управления (на чертеже не показано). Каждый из АЦП преобразует сигнал, поступающий с синхронного детектора приемника, и выдает результат преобразования в виде 16-ти разрядного двоичного слова в процессор сигналов. Частота преобразования - 14 МГц. Первоначальная разрядность преобразования - 10 или 12 разрядов, однако во всех режимах кроме режима "воздух-поверхность", в котором излучается сигнал, модулированный по фазе кодом Баркера, после АЦП осуществляется предварительное суммирование от 2 до 16 соседних отсчетов. Предварительное суммирование, эквивалентное применению фильтра НЧ, снижает скорость выдачи информации на процессор сигналов и повышает эффективную разрядность квантования до 13-14.

Модуль АЦП в соответствии с информацией, поступающей от бортового вычислительного блока, обеспечивает временное стробирование принятого сигнала, а АЦП - формирование импульса запуска передатчика БРЛС 15. Процессор сигналов БРЛС 15 предназначен для обработки радиосигналов в режимах «воздух-воздух» и «воздух-поверхность». Процессор выполняет сжатие фазоманипулированных сигналов, доплеровскую фильтрацию, пороговую обработку и другие необходимые операции обработки радиолокационных сигналов. Кроме того, узел формирования телевизионного изображения (ФТИ), выдает телевизионный видеосигнал в систему индикации при картографировании (на чертеже не показано).

Синхронизатор (на чертеже не показан) вырабатывает модулирующие импульсные сигналы блока передатчика БРЛС 15, в том числе для линии радиокоррекции блоков полезной нагрузки и сигнал перестройки управляемого гетеродина. В состав блока конструктивно входит усилитель мощности цифровых сигналов магистрального параллельного интерфейса (на чертеже не показано). Бортовой вычислительный блок БРЛС 15 осуществляет обработку данных, получаемых из процессора сигналов, управляют работой блоков БРЛС 15 по магистральному параллельному интерфейсу, получают и выдают информацию бортовым системам БПЛА 1.

Электропитание блоков БРЛС 15 и АБ 20 осуществляется от источника вторичного электропитания (на чертеже не показано). Коммутатор первичного электропитания (на чертеже не показано) обеспечивает включение БРЛС 15 и АБ 20 от трехфазной сети 200 В, 400 Гц и постоянного напряжения +27 В, защиту блоков по току потребления, а также по исправности СЖО 16 и СВО 17.

АБ 20 может содержать антенно-фидерное устройство (АФУ) для передачи СВЧ сигнала, от ответвителя блока передатчика БРЛС 15, к различным радиолокационным система наведения блоков полезных нагрузок, которые могут быть расположены на фюзеляже БПЛА 6 (на чертеже не показано).

Принятые радиолокационные данные от АБ 20 и БРЛС 15, через бортовую цифровую радиорелейную станцию (на чертеже не показано) размещенную на БПЛА 1, передаются для анализа и обработки на антенну 48 МПУ 45.

На БПЛА 1, при работе в режиме радиолокации, возможно воздействие помех. Известно (см. Перунов Ю.М., Фомичев К.И., Юдин Л.М. Радиоэлектронное подавление информационных каналов систем управления оружием М.: «Радиотехника», 2003. - стр. 26-29), что основу методов РЭП БРЛС 15 с АР 20 составляют активные и пассивные помехи. Активные помехи создаются с помощью передатчиков помех.

Для идентификации помех и радиолокационных объектов может быть использовано специальное программное обеспечение (СПО) на базе интеллектуальной системы (ИС) инсталлированной в АРМ МПУ 45. СПО на базе ИС может быть реализована в виде экспертной системы или нейронной сети (см. Гаскаров Д.В. Интеллектуальные информационные системы. - М.: Высш. шк., 2003., Попов Э.В. Экспертные системы. - М.: Наука, 1987., Каллан Роберт. Основные концепции нейронных сетей. Пер. с англ. - М.: Издательский дом «Вильяме», 2001., Нейронные сети. STATISTICA Neural Networks: Пер. с англ. - М.: Горячая линия - Телеком. 2001. и др.). Обучение ИС по образам помех и радиолокационным образов наземных, морских и воздушных объектов, проводится по разработанным методикам (см. Берестова В.И., Рыбина Г.В. Технология проектирования систем, основанных на знаниях, на базе инструментальных средств ИНТЕР-ЭКСПЕРТ и ЛЕОНАРДО: Лабораторный практикум. - М.: МИФИ, 1992, Рыбина Г.В. Проектирование систем, основанных на знаниях. - М.: МИФИ, 2004, Осипов Г.С. Приобретение знаний интеллектуальными системами. М.: Наука, 1997, Гаврилова Т.А., Хорошевский B.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. - СПб.: Питер, 2000 и др.).

Обучение ИС осуществляется с использованием известных методов и способов противодействия помехам в радиолокации (см. Юдин Л.М., Фомичев К.И. Системы радиоэлектронного противодействия. Запоминание высокочастотных сигналов. - Электроника, НТБ, 1999, Вакин C.А., Шустов Л.Н. Основы радиоэлектронной борьбы. ВВИА им. Проф. Н.Е. Жуковского, 1998, Палий А.И. Радиоэлектронная борьба. - М.: Воениздат, 1981, Вакин С.А., Шустов Л.Н.. Основы радиопротиводействия и радиотехнической разведки. - М.: Сов. радио, 1968., Тузов Г.И. Помехозащищенность радиосистем со сложными сигналами. - М.: Радио и связь, 1985, Защита от радиопомех. / Под ред. М.В.Максимова. - М.: Советское радио. 1976, Гуткин Л.С. Теория оптимальных методов радиоприема при флуактационных помехах. - М.: Сов. радио, 1972 и др.) алгоритмы различных методов и способов защиты от различных классов помех хранятся в АРМ МПУ 445 и включаются по команде от ИС.

Рассмотрим режим работы БАК с БПЛА 1 в качестве метеорологического локатора. Радиолокационный геофизический мониторинг, предполагает использование БРЛС 15 с АБ 20, как метеорологический локатор, который может быть использован для определения скорости и направления ветра, перемещения облаков, циклонов, атмосферных фронтов, вертикального развития кучевой облачности.

Актуальность развития геофизического мониторинга для морских нефтедобывающих платформ определяется тем, что факторы, связанные с неблагоприятными метеоусловиями, продолжают оставаться критическими для всех элементов ТЭК. В 2008 году Правительством Российской Федерации приняты две Федеральные целевые программы: «Модернизация Единой системы организации воздушного движения (ЕС ОрВД) Российской Федерации (2009-2020 г.г.)», «Создание и развитие системы мониторинга геофизической обстановки над территорией РФ (2008-2015 г.г.)».

Реализация вышеуказанных программ позволит создать радиолокационную метеорологическую сеть, обеспечивающую получение радиолокационных карт по всей территории страны и удовлетворяющую современным требованиям потребителей информации. Радиолокационно-оптический комплекс БАК с БПЛА 1, на основе предлагаемой полезной модели, позволит осуществить геофизический мониторинг окружающей среды, целью которого является контроль и обнаружение метеорологических явлений, влияющих на безопасность полетов, анализ и прогнозирование состояния облачности, появления осадков и связанных с ними опасных явлений погоды для получения краткосрочного прогноза и штормовых предупреждений.

Известно (Рыбалкина А.Л. Спирин А.С. "Развитие радиолокационного геофизического мониторинга окружающей среды с целью повышения уровня безопасности полетов". Научный вестник МГТУ ГА, 2015, №222, стр. 1-5), что в рамках указанных программ на территории Российской Федерации планируется установить 140 комплектов метеорологических радиолокаторов, которые предназначены для:

- отображения распределения различных метеорологических данных (отражаемости, скорости, ширины спектра, а также в режиме двойной поляризации: дифференциальной отражаемости, фазы, коэффициента кросскорреляции и линейного деполяризационного отношения) на различных высотных уровнях по типу псевдо-CAPPI;

- определения опасных явлений погоды (град, гроза, шквальные усиления ветра, интенсивный дождь и снег, сильная турбулентность); расчета и отображения интенсивности осадков за любой интервал времени; расчета и отображения вертикального профиля скорости, направления ветра до высоты верхней границы обнаружения метеообъектов и других доплеровских продуктов; отображения скорости и направления перемещения облачных систем;

- выдачи радиолокационной информации в необходимых кодограммах.

Использование БАК с БПЛА 1 при создании региональных центров обработки радиолокационной информации (с учетом того, что объекты необслуживаемые) не потребуется значительных эксплуатационных расходов за счет экономии на занимаемых аппаратурой площадях, энергопотреблении и штатной численности обслуживающего персонала.

Рассмотрим режим работы БАК с БПЛА 1 для задачи картографирования. Решение задачи картографирования и распознавания подстилающих поверхностей и объектов на них в любых погодных условиях днем и ночью возможно при применении радиолокационных методов с использованием БПЛА 1. При этом набор необходимой информации, получаемый с помощью самолетов и вертолетов, непосредственно в радиодиапазоне, требует выполнения большого объема сложных и дорогостоящих полетов в разных климатических условиях и в различных регионах Земли. В связи с этим, представляет значительный интерес построение карт подстилающей поверхности на основе информации, получаемой от ОЭС 6 и БРЛС 15 с АБ 20.

Указанная оптическая информация от ОЭС 6 обычно формируется в условиях, обеспечивающих наиболее точное воспроизведение подстилающих поверхностей и объектов на них. Применение ОЭС 6 на БПЛА 1 обусловлено, в первую очередь, хорошим потенциальным пределом разрешения, который, как известно, в любом диапазоне волн определяется длиной волны. Таким образом, актуальна задача интеграции радиолокационно-оптических методов для картографирования земной поверхности.

Известен (Многофункциональные радиолокационные системы под ред. Б.Г. Татарского, М., ООО «Дрофа», 2007 г., стр. 23, 24, 167-174) способ картографирования земной поверхности бортовой радиолокационной станцией, основанный на излучении и приеме антенной отраженных от земной поверхности сигналов при перемещении (сканировании) луча антенны в заданном секторе углов по. азимуту и формировании радиолокационного изображения поверхности Земли. Такой способ формирования радиолокационного изображения земной поверхности называется «Картографированием реальным лучом».

Используемая в БПЛА 1 БРЛС 15 с АБ 20, может работать в режиме картографирования земной поверхности, передавать в МПУ 45 радиолокационное изображение поверхности Земли. Режим картографирования включается подачей на бортовую вычислительную систему 14 команды «Карта» из АРМ МПУ 45. При поступлении этой команды в бортовую вычислительную систему 14, производится расчет начального положения луча АБ 20 для установки на границу (например, левую) заданного сектора углов по азимуту.

Рассчитанные в бортовой вычислительной системе 14 координаты положения луча АБ 20 передаются с ее выхода на БРЛС 15 и бортовой вычислительный блок, в котором вырабатываются соответствующие команды управления лучом АБ 20. После начальной установки луча АБ 20 начинается его перемещение в азимутальной плоскости с одновременным изменением курса БПЛА 1 от начального значения.

БАК с БПЛА 1 имеет возможность картографирования территории радиусом 800 км, при перемещении МПУ 45 в новый район в течении суток, территория картографирования увеличивается до 1600 км.

Необходимо заметить, что БРЛС 15 c АБ 20 решает задачу по обнаружению и пеленгации источников РЭП, определяет дальность до них. Многосигнальная пеленгация источников РЭП и имеет место в процессе мониторинга радиоэлектронной обстановки при многолучевом распространении радиоволн, воздействии преднамеренных и непреднамеренных помех, отражениях сигнала от различных объектов и слоев атмосферы.

Известны (патент РФ №2517365 от 04.07.2012) способы для решения задач радиопеленгации источников РЭП параметрические (метод максимального правдоподобия), непараметрические (метод Кейпона) и собственно-структурные (патент РФ №2517365 от 04.07.2012), пеленгация источников помех базируется на анализе формы адаптивной диаграммы направленности АБ 20 БРЛС 15.

Работа экипажа МПУ 45 происходит с АРМ размещенных в кузове-контейнере 47. Кузов-контейнер 47, предназначен для размещения АРМ операторов МПУ 45, установленная на кузове-контейнере 47 система автоматического сопровождения и управления полетом 48, предназначенная для автоматического оптико-электронного сопровождения и управления БПЛА 1.

БПЛА 1 может быть использован в районах контртеррористических операций, где при движении МПУ 45 по дорогам общего пользования, могут быть установлены радиовзрывные устройства (РВУ).

Система электроснабжения МПУ 45 содержит: пульт управления и электроагрегат. Электроагрегат может быть дизельным типа АД-4-П/28,5-1ВМ1 (на чертеже не показано). Электроагрегат предназначен для питания аппаратуры МПУ 45 на стоянке постоянным напряжением 26 В при выключенном генераторе.

БПЛА 1, предназначенный для радиолокационно-оптического дозора, выполнен по схеме квадрокоптера и содержит фюзеляж 2, балковый держатель (на чертеже не показан), предназначенный для подвески и транспортирования контейнера полезной нагрузки 3. Квадрокоптер (quadcopter, quadrotor) - распространенная схема построения мультикоптеров. Наличие четырех жестко зафиксированных силовых установок 7, 8, 9 и 10 дает возможность организовать довольно простую схему организации полета БПЛА 1. Существуют две таких схемы движения: схема "+" и схема "х". В первом случае одна из силовых установок является передним, противоположный ему - задним, и две силовых установки являются боковыми. В схеме"х" передними являются одновременно две силовых установки, две других являются задними, а смещения в боковом направлении также реализуются одновременно парой соответствующих силовых установок. Алгоритм управления частотами вращения винтов силовых установок для схемы "+" несколько проще и понятнее, чем для схемы "х", однако последняя используется все же чаще из-за конструктивных преимуществ: при такой схеме проще разместить фюзеляж.

Для управления двигателями БПЛА 1 силовых установок 7, 8, 9 и 10 используется электронно-цифровая система управления двигателем (ЭСУД) или Full Authority Digital Engine Control system (FADEC). ЭСУД (на чертеже не показано) - система автоматизированного управления параметрами впрыска топлива, воздуха и зажигания в работе двигателя для поддержания оптимальных характеристик работы авиадвигателя с минимальным расходом топлива.

Технические характеристики БПЛА 1:

- Полная масса: до 1700 кг;

- Полезная нагрузка (контейнер полезной нагрузки 102): 500 кг;

- Масса БПЛА, кг: 500;

- Масса топлива, кг: 700;

- Практический потолок, м: до 3000;

- Время полета, час: 3;

- Длина, мм: 6500;

- Ширина, мм: 4620;

- Высота, мм: 2200;

- Диаметр винтов, мм: 1600;

- Тип двигателя: ;

- Мощность двигателя взлетная, кВт/л.с.: 225/305,9;

- Удельный расход топлива, гр/кВтч.: 265;

- Максимальное число оборотов двигателя, об/мин: 8000;

- Крутящий момент двигателя, Нм.: 210 (при 3000 об/мин);

- Удельная масса двигателя, кг/кВт: 1,5;

- Масса, кг: 101;

- Ресурс двигателя, час: 1000;

- Топливо, тип: JET А (керосин) или дизельное топливо;

- Максимальная скорость ветра при взлете и посадке, м/с: 20;

- Парашют: баллистический.

На БПЛА 1 (на чертеже не показано) не приведена система экстренного спасения (СЭС), которая имеет характеристики: назначенный (технический) ресурс - 50 применений на высотах от 15 до 3000 м при скорости полета от 30 до 55 м/с; перегрузки, возникающие при раскрытии СЭС - не более 10g; минимальную безопасную высоту 15 м при скорости полета от 0 до 45 м/с при этом время снижения на полностью наполненном куполе - не менее 2 с; среднюю вертикальную скорость снижения на основном куполе, приведенную к стандартной атмосфере и общей полетной массе аппарата 25 кг, на участке 30-35 м от земли не более 5,5 м/с; - устойчивое снижение БПЛА 1 на основном куполе; отсутствие явлений складывания купола при спуске БПЛА 1; быструю и простую замену вышибного заряда, купола в контейнере или замену всей СЭС на однотипную. Балочный держатель (на чертеже не показано) с замком предназначен для подвеса под фюзеляж 2 БПЛА 1 контейнера полезной нагрузки 3.

Комплексированием БРЛС 15, АБ 20, ОЭС 6 с БПЛА 1, решается задача полезной модели: повышение точности определения координат до воздушных, наземных и морских объектов.

Изготовление БПЛА 1, изображенного на чертеже фиг. 1, осуществляют из типовых изделий российских производителей. Автомобиль МПУ 45 может быть типа «Патруль» производства ЗАО "АСТЕЙС".

В качестве мобильной платформы 46 для перевозки БПЛА 1 используется прицеп, производства компании ОАО "Комбинат автомобильных фургонов". БИНС 27 и МНМ 28, производства ООО "НПО "ПРОГРЕСС". ОЭС 6 производства АО "ОКБ "АСТРОН".

БПЛА 1, в качестве двигателя первой силовой установки 7, второй силовой установки 8, третьей силовой установки 9 и четвертой силовой установки 10 используется роторно-поршневой двигатель, компании Wankel SuperTec GmbH. Впервые в БПЛА 1 была использована БРЛС 15 с АБ 20 "Ирбис-Э", разработанная ОАО "НИИ приборостроения им. В.В. Тихомирова" и описанная в статье А. Фомина "Тихомировские" радары для "Сухих", журнал "Взлет", №8-9, 2007, стр. 74-77, ISNN 1819-1754.

Основные элементы БПЛА 1 были изготовлены. Предварительные испытания всех элементов, входящих в состав БПЛА 1, подтвердили возможность осуществления предлагаемого технического решения с получением вышеуказанного технического результата.

**Формула полезной модели**

1. Беспилотный авиационный комплекс, содержащий беспилотный летательный аппарат, отличающийся тем, что беспилотный летательный аппарат вертолетного типа, предназначенный для радиолокационно-оптического дозора, выполнен по схеме квадрокоптера и содержит фюзеляж, балковый держатель, предназначенный для подвески и транспортирования контейнера полезной нагрузки, первую силовую установку, вторую силовую установку, третью силовую установку и четвертую силовую установку, закрепленных к фюзеляжу четырьмя поворотными опорами, на фюзеляже размещена оптико-электронная система, бортовая система автоматического сопровождения и управления полетом, а снизу фюзеляжа, с использованием балкового держателя, подвешен контейнер полезной нагрузки, оснащенный в передней части радиопрозрачным обтекателем и радиотехническим комплексом, левое полозковое шасси и правое полозковое шасси соединены с первой, второй, третьей и четвертой опорными стойками, которые соединены с фюзеляжем.

2. Беспилотный авиационный комплекс по п. 1, отличающийся тем, в качестве двигателя первой силовой установки, второй силовой установки, третьей силовой установки и четвертой силовой установки используется роторно-поршневой двигатель, который способен развивать мощность до 225 кВт при 8000 об/мин, имеющий крутящий момент 210 Нм при 3000 об/мин, массу 101 кг, удельную массу двигателя 1,5 кг/кВт, удельный расход топлива 265 г/кВт⋅ч.

3. Беспилотный авиационный комплекс по п. 1, отличающийся тем, что контейнер полезной нагрузки, оснащенный радиопрозрачным обтекателем и радиотехническим комплексом, предназначенный для обнаружения, опознавания и сопровождения воздушных, морских и наземных объектов, обнаружения и пеленгации средств радиоэлектронных помех, мониторинга объектов топливно-энергетического комплекса, картографирования местности, обнаружения метеообразований, содержит пилотажно-навигационный комплекс, предназначенный для пилотирования беспилотного летательного аппарата в зоне дозора по типовым траекториям, информационного обмена с мобильным пунктом управления, автоматического отслеживания координат беспилотного летательного аппарата, формирования траектории полета беспилотного летательного аппарата, управления силовыми установками беспилотного летального аппарата, бортовую вычислительную систему, бортовую радиолокационную станцию, антенный блок, систему жидкостного охлаждения, систему воздушного охлаждения, систему государственного опознавания, оптическую систему наблюдения, блок интерфейсный, топливную систему, систему обогрева, противообледенительную систему, систему электропитания, при этом первый вход-выход пилотажно-навигационного комплекса соединен с первым входом-выходом бортовой вычислительной системы, второй вход-выход которой соединен с первым входом-выходом бортовой радиолокационной станции, второй вход-выход которой соединен с первым входом-выходом антенного блока, третий вход-выход бортовой радиолокационной станции соединен с первым входом-выходом системы жидкостного охлаждения, четвертый вход-выход бортовой радиолокационной станции соединен с первым входом-выходом системы воздушного охлаждения, пятый вход-выход упомянутой бортовой радиолокационной станции соединен с первым входом-выходом системы государственного опознавания, второй выход которой соединен с третьим входом бортовой вычислительной системы, четвертый вход-выход которой соединен с первым входом-выходом оптической системы наблюдения, пятый вход-выход упомянутой бортовой вычислительной системы соединен с первым входом-выходом блока интерфейсного, второй вход-выход которого соединен с первым входом-выходом топливной системы, третий вход-выход блока интерфейсного соединен с первым входом-выходом системы обогрева, четвертый вход-выход блока интерфейсного соединен с первым входом-выходом противообледенительной системы, пятый вход-выход упомянутого блока интерфейсного соединен с первым входом-выходом системы электропитания.

4. Беспилотный авиационный комплекс по п. 1, отличающийся тем, в качестве оптико-электронной системы используется оптико-электронная система ОЭС-52, предназначенная для обзора пространства в видимом и инфракрасном диапазонах, обнаружения и автосопровождения наземных и надводных объектов, измерения дальности до объектов.

5. Беспилотный авиационный комплекс по п. 3, отличающийся тем, что в качестве бортовой радиолокационной станции используется бортовое радиоэлектронное оборудование, предназначенное для формирования, излучения и приема радиолокационного сигнала, используемого для обнаружения и сопровождения воздушных, морских и наземных объектов на дальности до 400 км, работы в Х-диапазоне частот, причем в качестве антенного блока используется пассивная фазированная решетка, установленная на механическом двухстепенном (по азимуту и крену) электрогидроприводе, которая обеспечивает, с учетом ширины диаграммы направленности, углы обзора, относительно строительной оси беспилотного летательного аппарата, по азимуту ± 120°, по углу места ± 60°.

