КОНКУРС «АВИАСТРОИТЕЛЬ ГОДА» по итогам 2018 года

Номинация «За создание новой технологии»

«KOPMA»

«Многофункциональная система навигации, посадки и наблюдения»

1. Актуальность

Постоянно возрастающая роль авиационных систем в решении хозяйственных и оборонных задач России требует выбора перспективных технических решений с целью повышения эффективности и унификации радиотехнических средств, используемых для оснащения пилотируемых и беспилотных летательных аппаратов (ЛА и БЛА) различного назначения и принадлежности. Особенно остро эта проблема стоит для малооборудованных и мобильных аэродромов, посадочных площадок, в том числе в Арктике. Остро стоит эта проблема и для кораблей ВМФ, ФСБ, гражданского морского и ледокольного флота России.

«Концепцией создания и поэтапного развития Аэронавигационной системы (АНС) России на период 2006-2025 г.г.», утвержденной Правительством РФ 04.10.2006 г., поставлена задача поэтапного перехода к перспективным техническим средствам и технологиям, а также интеграции АНС России в мировую аэронавигационную систему. Важнейшим элементом перспективной АСН является технология автоматического зависимого наблюдения (АЗН), основанная на вещательном принципе (АЗН-В) с применением глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) и приемоответчиков, использующих сигналы расширенного сквиттера режима 1090 ES. Такая система АЗН-В, с режимом приема/передачи данных на одной частоте 1090 МГц, признана Международной организацией гражданской авиации (ИКАО) перспективной для обслуживания и управления воздушным движением (ОВД и УВД) ЛА в гражданской, а также в государственной авиации.

Согласно проекту «Стратегии развития Аэронавигационной системы Российской Федерации до 2030 года» «применение автоматического зависимого наблюдения — вещания (АЗН-В) и многопозиционных систем наблюдения повысит точность наблюдения и, в перспективе, снизит затраты на наземную инфраструктуру наблюдения. Дополнительно АЗН-В может использоваться для передачи аэронавигационной, метеорологической и другой информации.

Технология АЗН-В позволяет и пилотам на борту ЛА, и авиадиспетчерам на пункте управления наблюдать и контролировать процессы движения ЛА с большей точностью и регулярностью обновления данных, чем это было доступно ранее, а также получать необходимую аэронавигационную информацию. Для БЛА эта технология может обеспечить их взаимодействие между со-

бой (в группе), а также с пилотируемыми ЛА, находящимися в окружающем воздушном пространстве.

Актуальными задачами для кораблей и судов с одиночным и эпизодическим базированием ЛА (БЛА) являются:

- автоматизации посадки на корабли и на сухопутные аэродромы,
- наблюдение, выдача целеуказаний и управление взаимодействующими ЛА (БЛА).

Для больших авианесущих кораблей указанные задачи решаются с использованием комплекса радиотехнических средств, традиционно размещаемых на таких кораблях. Прежде всего, это обзорные и посадочные радиолокаторы (ПРЛ) с соответствующими каналами передачи данных «корабль-борт» и «борт-корабль», а также радиотехнические системы ближней навигации (РСБН), радиомаячные системы посадки типа ПРЛК, МЛС и др.

Для кораблей одиночного и эпизодического базирования в России в настоящее время нет однозначного технического решения по обеспечению взаимодействия с ЛА в части решения задач посадки, наблюдения и навигации ввиду технической невозможности размещения ПРЛК, РСБН, МЛС и т.п. на этих кораблях, что существенно ограничивает эффективность круглосуточного всепогодного применения ЛА (БЛА).

Предлагаемая многофункциональная система навигации, наблюдения и посадки «КОРМА» впервые обеспечивает единым комплексом аппаратуры как оснащение малооборудованных (временных) аэродромов и посадочных площадок, так и взаимодействие ЛА (БЛА) с кораблями одиночного и эпизодического базирования.

Большое разнообразие видов и типов ЛА, а также наземных и морских объектов, используемых совместно с ЛА, требует использования универсального, многофункционального радиотехнического оборудования, обеспечивающего в то же время совместимость с существующими радиотехническими системами.

Актуальными задачами для ЛА и БЛА, используемых различными ведомствами (организациями) в различных регионах России являются:

- обеспечение круглосуточной всепогодной высокоточной навигации и посадки,
- обеспечение наблюдения за воздушной обстановкой в районе полетов как на борту ЛА, так и на наземных пунктах управления,
- выдача команд управления на ЛА как диспетчером с наземного пункта управления, так и от любого ЛА другим ЛА.

В районах крупных аэроузлов перечисленные задачи решаются с использованием комплекса радиотехнических средств, традиционно на них размещаемых. Прежде всего, это обзорные первичные и вторичные радиолокаторы, посадочные радиолокаторы, а также радиотехнические системы ближней навигации (VOR/DME, PCБH) и радиомаячные системы посадки типа ILS, MLS и др.

Для малооборудованных (временных, мобильных) аэродромов и посадочных площадок (в том числе морских буровых платформ) в настоящее время нет

однозначного технического решения по обеспечению взаимодействия пилотируемых и беспилотных ЛА, в том числе в части решения задач посадки, наблюдения и навигации, из-за технической невозможности размещения ПРЛ, РСБН, МЛС и т.п. на этих объектах, что существенно снижает эффективность круглосуточного всепогодного применения ЛА.

Предлагаемый проект многофункциональной системы «КОРМА» впервые обеспечивает единым комплексом бортового и наземного оборудования решение задач посадки, наблюдения и навигации, а так же взаимодействие пилотируемых и беспилотных ЛА, в том числе при совместном использовании с морскими судами.

2. Описание проекта

Для решения задач наблюдения, навигации и посадки АО «Навигатор» разработало и серийно выпускает несколько видов бортового оборудования, которое на основе универсальных межсистемных интерфейсов способно обеспечивать реализацию разнообразных дополнительных функций, в зависимости от задач, стоящих в конкретной ситуации.

Изделие БМС-Индикатор является бортовым оборудованием спутниковой навигации класса A1 и обеспечивает решение задач зональной навигации и «неточного» захода на посадку в соответствие с требованиями PBN, а при наличии на земле контрольно-корректирующей станции (ЛККС) и на борту аппаратуры приема и передачи данных (АПДД), обеспечивает решение задачи посадки по I категории ИКАО.

Изделие МСНВО-2010 (малогабаритное средство наблюдения за воздушной обстановкой), реализует функции АЗН-В In и TIS-В 1090ES, а также ADS-R класса А2. В нем предусмотрено сопряжение с бортовым оборудованием пилотажно-навигационного комплекса любых ЛА, включая вертолеты, малую авиацию и беспилотные летательные аппараты (БЛА). Помимо приема информации АЗН-В в МСНВО-2010 реализованы обработка принимаемой информации и решение задач наблюдения для выдачи на индикаторные устройства, т.е. функции системы ASAS. Совместно с адресным приемоответчиком СО-2010 изделие МСНВО-2010 повышает ситуационную осведомленность экипажа и безопасность выполнения полета, при этом являясь значительно более дешевым и экономичным средством, чем традиционно используемая бортовая система предупреждения столкновений БСПС/ТСАS.

Изделие CO-2010 обеспечивает реализацию функций приемоответчика режимов A/C/S согласно требованиям ИКАО и приемоответчика УВД. Изделие CO-2010 обеспечивает выдачу расширенного сквиттера DF17, т.е. реализацию функции 1090ES OUT класса В1, и представляет собой малогабаритное, высокоинтегрированное оборудование, не имеющее аналогов в Российской Федерации.

Изделие А-380-002М является бортовым вычислительным устройством, способным выполнять функции вычислителя системы самолетовождения и форми-

рования сигналов траекторного управления и наведения для системы автоматического управления (САУ) ЛА, в том числе при выполнение захода на посадку на аэродром или на корабль. В отличие от изделия А-380-002, в нем дополнительно реализована функция захода на посадку на корабль при использовании данных от встроенной спутниковой навигационной подсистемы.

Изделие ИСК (излучатель сквиттера 1090 ES) предназначено для расширения функций изделия МСНВО-2010 для его полноценной работы в системе АЗН-В. Применение ИСК совместно с МСНВО-2010 является альтернативой использованию изделия СО-2010, а использование ИСК совместно с самолетным ответчиком СО-96, которым оборудовано множество ЛА в России, позволяет относительно легко реализовать технологии АЗН-В на различных типах ЛА, оборудованных СО-96.

Изделие БИМС (бортовая интегрированная многофункциональная система), является дальнейшим развитием изделия БМС-Индикатор в части повышения информативности (за счет большего экрана) и реализации новых функций, таких, например, как функция «генератора карт», функция «синтетического видения», функция индикатора телекамер оптического и инфракрасного диапазонов.

Изделия БМС-Индикатор, МСНВО-2010, ИСК, А-380-002М позволяют обеспечивать полеты как гражданской, так и государственной авиации, поскольку разрабатывались с учетом выполнения требований ОТТ ВВС. Разработка указанных изделий проводилась на основе принципов интегрированной бортовой авионики, разработанных и внедренных в АО «Навигатор» с учетом перспективных международных программам развития авионики - SESAR и NextGen.

Общее представление о структуре построения, взаимосвязи элементов и использовании системы «КОРМА» дают рис.1-3.



Рис.1. Структурная схема взаимосвязи элементов системы «КОРМА» для инструментального обеспечения посадки, навигации и наблюдения для кораблей и необорудованных площадок при использовании вертолетов типа Ка-32.



Рис.2. Структурная схема взаимосвязи элементов системы «КОРМА» для инструментального обеспечения посадки, навигации и наблюдения для кораблей и необорудованных площадок при использовании вертолетов типа Ка-226.



Рис.3. Структурная схема взаимосвязи элементов системы «КОРМА» для инструментального обеспечения посадки, навигации и наблюдения для кораблей и необорудованных площадок при использовании вертолетов типа Ми-8/171.

Основные принципы работы системы «КОРМА» определяются технологиями, заложенными в изделия, которые входят в ее состав. К таким технологиям относятся:

- стандартные технологии авиационной электросвязи в части A3H-B 1090 ES для решения задач информационного обмена между подвижными объектами и наблюдения за воздушной обстановкой,
- стандартные технологии ГНСС для определения абсолютных навигационных параметров состояния мобильных объектов,
- технологии относительных (дифференциальных) определений в ГНСС, для решения задач относительной навигации и посадки на подвижное основание (корабль).

Поддержка технологии относительных определений при решении задач посадки осуществляется с использованием каналов передачи данных системы АЗН-В 1090 ES на основе реализации относительного режима ГНСС с использованием абсолютных навигационных параметров (координат и скоростей), определяемых, соответственно, на ЛА и на корабле. При этом осуществляется стабилизация опорной посадочной системы координат и заданной траектории захода на посадку путем программной компенсации качки в корабельной части системы «КОРМА», например, в аппаратуре БМС-Индикатор или БИМС (см. рис.1-2).

Формирование сигналов наведения (например, при посадке) осуществляется одновременно на ЛА для формирования сигналов наведения и выдачи их в САУ ЛА и на земле (корабле) с целью контроля отклонения ЛА от заданной траектории на рабочих местах (АРМ) оператора взлета и посадки или на мобильных пунктах управления.

На индикаторах БМС (БИМС) корабельной подсистемы и/или на APM оператора управления так же отображается расширенная информация о взаимодействующих ЛА, получаемая по каналам A3H-B 1090 ES.

В качестве каналов передачи данных «корабль-борт» и «борт-корабль» в системе «КОРМА» используется канал 1090 ES, реализуемый аппаратурой МСНВО-2010, ИСК или СО-2010. При таком построении системы также обеспечивается:

- работа с неселективными и селективными (режим S) радиолокаторами УВД отечественной и международной систем вторичной радиолокации,
- обеспечение стандартного (ELS) и расширенного (EHS) наблюдения в режиме S,
- работа в системе автоматического зависимого наблюдения (АЗН-В 1090 ES)
 в качестве бортового передающего оборудования класса В0.

Функция выдачи в эфир сообщений АЗН-В и другой необходимой для решения задач системы «КОРМА» информации встроена в передающий тракт бортового или наземного приемоответчика режима S (1090ES), не требуя дополнительных ресурсов в виде передающих устройств, фидерных трактов и антенн на борту ЛА (БЛА).

3. Конкурентные преимущества

Система «КОРМА» обеспечивает уникальные возможности по интеграции функций наблюдения, навигации и посадки единым комплексом аппаратуры, причем на борту ЛА (БЛА) и на наземном (корабельном) пункте управления используется практически идентичный комплект блоков аппаратуры и радиоэлектронных модулей.

В настоящее время в России и в Мире не существует аналогичной технологии, способной выполнять комплекс задач, решаемых системой «КОРМА».

Система «КОРМА», в отличие от других известных систем, обеспечивает инструментальные заходы ЛА на посадку как на стационарные аэродромы и посадочные площадки, так и на корабли.

В отличие от зарубежных и отечественных аналогов, в системе «КОРМА» обеспечивается повышенная чувствительность и помехозащищенность радиотехнических каналов 1090 ES и ГНСС.

Система «КОРМА» первое в РФ изделие, способное не только принимать данные АЗН-В и ТІЅ-В 1090 ЕЅ, но и выдавать данные о воздушной обстановке на бортовые или наземные (корабельные) индикаторы в интересах как гражданской, так и государственной авиации.

Система «КОРМА» разработана с учетом сопряжения с существующим и уже размещенным на ЛА стандартным бортовым оборудованием вторичной радиолокации, навигации и инструментальной посадки. При наличии на борту ЛА системы раннего предупреждения близости земли (СРПБЗ), БМС-Индикатор выполняет штатную функцию изделия «Индикатор СРПБЗ», что существенно повышает безопасность полетов ЛА.

Система «КОРМА» разработана с учетом требований ИКАО и ОТТ ВВС, имеет низкие энергопотребление и массогабаритные характеристики, что позволяет использовать ее практически на всех типах ЛА.

4. Состояние реализации проекта

В 2018 г. была проведена поисковая научно-исследовательская и экспериментальная работа (ПНИЭР) по исследованию потенциально достижимых характеристик системы «КОРМА». Исследования проводились на специально разработанном полунатурном стенде, содержащем бортовой и наземный комплексы системы «КОРМА», и путем летных испытаний самолета СН-701, оборудованного бортовым комплексом системы «КОРМА» при полетах с аэродрома, на котором был размещен наземный комплекс системы «КОРМА». На стенде были определены характеристики помехоустойчивости каналов 1090 ES и ГНСС, а в летных испытаниях были оценены точностные и надежностные характеристика системы «КОРМА» при выполнении заходов на посадку (см. рис.4).

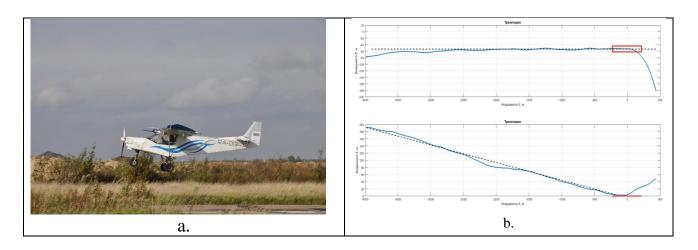


Рис.4. Самолет СН-701, оборудованный системой «КОРМА», над ВПП (а) и результаты регистрации траекторных измерений при заходе на посадку (b).

Основные результаты ПНИЭР:

- 1. Экспериментально подтверждено, что система «КОРМА» обеспечивает реализацию дифференциальных относительных и абсолютных навигационных режимов ГНСС, в том числе для решения задач спутниковой посадки. С вероятностью 0.95 погрешность определения горизонтальных координат в относительном дифференциальном режиме составила 0.5 м; высоты 0.7 м.
- 2. Экспериментально подтверждено, что поддерживаемый системой «КОРМА» сервис FIS-В в части передачи МЕТЕО информации обеспечивает передачу данных метеолокатора на борт ЛА в соответствии с действующими нормативными требованиями.
- 3. Экспериментальные исследования загрузки радиоканала показали, что для задач АЗН-В на территории Северо-Западного региона РФ используется не более 5% пропускной способности канала (ПСК) 1090ES. Для передачи данных, необходимых для реализации спутниковой посадки (GLS) и передачи МЕТЕО информации (FIS-B) достаточно 2% ПСК. Использование технологии 1090ES для дополнительных сервисов (FIS-B, дифференциальная посадка, спецрежимы) эффективно на всей территории РФ.
- 4. Передача кодированной информации в канале 1090ES обеспечивает решение задач обмена конфиденциальной информацией в интересах государственной авиации.
- 5. Помехоустойчивость радиотехнических каналов системы «КОРМА» соответствует действующим нормативным требованиям.

Выполненные работы показали, что габарит наземного комплекса системы «КОРМА» составляют 2-3 дм 3 , вес — 3-4 кг, энергопотребление — 15-20 Вт; для бортового комплекса, соответственно: 1,5-2,5 дм 3 , 2-3 кг, 10-15 Вт. Приведенные характеристики показывают, что применение системы «КОРМА» перспективно не только на пилотируемых, но и на беспилотных ЛА.

Для реализации проекта «КОРМА» могут использоваться следующие изделия:

- 1. БМС-Индикатор, СО-2010 (сертифицированы Авиационным регистром Межгосударственного авиационного комитета и имеют «Свидетельства о годности комплектующего изделия»).
- 2. МСНВО-2010, ИСК (прошли необходимые виды наземных и совместных летных испытаний в одиночных и парных полетах, в том числе с участием ВВС РФ).
- 3. А-380-002М (модификация серийно поставляемого для самолетных и вертолетных комплексов ЛА МО РФ изделия А-380-002).
- 4. БИМС (поставляется на авианесущие корабли России и зарубежных стран).

Все изделия, используемые в составе системы «КОРМА» выпускаются серийно или с использованием унифицированных аппаратно-программных модулей, применяемых в серийных изделиях.

Программное обеспечение для реализации специальных функций системы «КОРМА», в том числе инструментального обеспечения захода на посадку, разработано и проверено в работе на целевых вычислительных устройствах.

5. Основные результаты работы и выводы

Выполненные в рамках технического проекта работы показали техническую реализуемость и целесообразность внедрения многофункциональной системы наблюдения, навигации и посадки «КОРМА» для повышения эффективности применения пилотируемых и беспилотных летательных аппаратов.

Представленные в рамках технического проекта материалы показывают, что внедрение предлагаемой системы «КОРМА» для малооборудованных и мобильных аэродромов, кораблей ВМФ РФ с одиночным и эпизодическим базированием, морских судов гражданского флота, морских буровых установок и др. позволит существенно повысить эффективности использования авиации общего назначения, а также управления ЛА корабельного базирования. Использование системы «КОРМА» повысит безопасность полетов в удаленных регионах, которые не имеют соответствующего радиотехнического и аэронавигационного обеспечения, например, в Арктике.

Система «КОРМА» является системой двойного назначения, составные части которой серийно выпускаются и успешно применяются на различных типах ЛА, в том числе для обеспечения посадки на корабли и ледовые аэродромы Антарктиды.

Поставка наземного (корабельного) и бортового комплексов системы «КОРМА» будет осуществляется одним поставщиком (АО «Навигатор»), что исключает возникновение проблем при взаимодействии.

Ввиду построения системы на основе серийно выпускаемой аппаратуры, сроки проведения ОКР и практического внедрения системы «КОРМА» могут

быть сокращены в несколько раз по сравнению с разработкой новой системы с подобными характеристиками.

Основные элементы системы «КОРМА» (БМС-Индикатор, МСНВО-2010, СО-2010, ИСК, БИМС) подтвердили свои высокие характеристики в процессе летных испытаний и эксплуатации и в различных условиях применения, в том числе в районах Крайнего Севера на вертолете Ми-8АМТШ-ВА, а также при обеспечении инструментальной посадки на ледовый аэродром в Антарктиде.

6. Область применения и потребители

Все составные части системы «КОРМА» представляют собой уже разработанные или серийные изделия, которые способны обеспечить выполнение необходимых функций при доработке только их программного обеспечения. Изделием БМС-Индикатор оснащено более 1000 ЛА различной ведомственной принадлежности.

Ряд изделий, входящих в состав системы «КОРМА» (БМС-Индикатор, CO-2010, CO-96) в настоящее время размещены на вертолётах Ми-8 различных модификаций, в частности на Ми-8АМТШ-ВА, для выполнения задач Министерства обороны России в условиях Арктики, и Ми-8АМТ. Кроме того, изделие CO-2010 установлено на таких объектах авиационной техники, как: Ми-171A2, Ми-8МТВ-5-1ПР, Ка-226ТГ, Ка-226ТС, Ка-226ТМЧС, Ка-226.50, Ка-62, Ансат, Як-152, Л-410, СР-10, Da-42Т, БПЛА «ОРИОН». При внедрении системы «КОРМА» на этих объектах уже установленная аппаратура будет использована для реализации дополнительных функций путем замены только программного обеспечения.

Заинтересованность во внедрении системы «КОРМА» выражают морская авиация ВМФ России, ОАО «Камов», Московский вертолетный завод им. М.Л. Миля, ряд конструкторских бюро морского кораблестроения.