

УДК 621.396.96

А.М. Сотников, В.А. Таршин

Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НАВИГАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

На основе анализа существующих навигационных систем (НС) рассматриваются пути создания автономной корреляционно-экстремальной системы навигации (КЭСН) летательных аппаратов (ЛА) военного назначения, соответствующей современным условиям ведения боевых действий и обеспечения безопасности полетов авиации.

Ключевые слова: автономная навигационная система, спутниковые навигационные системы, корреляционно-экстремальная система навигации.

Введение

Анализ литературы и постановка проблемы. Задача определения положения объектов в пространстве имеет глобальное по количеству пользователей значение, начиная от частных пользователей и до систем наведения высокоточного оружия (ВТО).

Для определения положения объекта в пространстве могут быть использованы различные по принципам построения, функционирования, сложности и распространенности навигационные радиоэлектронные системы (РЭС) [1, 2]. Каждая из навигационных систем имеет свои практическую значимость, круг пользователей, преимущества и недостатки. Наиболее распространенными, доступными и удобными для пользователей являются глобальные спутниковые навигационные системы (СНС) [3].

Американская система спутниковой навигации GPS NAVSTAR в данный момент является единственной глобальной полноценно функционирующей навигационной системой. Контролируемая военными и правительством, она доступна широкому кругу гражданских пользователей и имеет огромную популярность.

Современный рынок систем GPS-навигации, в котором 99,9% занимает система GPS NAVSTAR, охватывает миллионы пользователей по всему миру. По оценкам центра Industrial Economics & Knowledge (IEK) при Industrial Technology Research Institute (Тайвань), к 2017 г. объем мирового рынка GPS-устройств должен достигнуть 757 млрд. дол. [4].

Наиболее близким конкурентом системы NAVSTAR является Российская СНС ГЛОНАСС, разработанная советскими учеными в 80-е годы и развернутая до штатного состава в 1995 г. [ГЛОНАСС]. Данная СНС в настоящее время уступает по количеству пользователей GPS, однако Правительством РФ принят ряд программ, способствующих продвижению ГЛОНАСС на зарубежных рынках и в авиации [5, 6].

Параллельно существующим над созданием собственных СНС работают Европейский Союз – GALILEO, Китай – проект региональной системы навигации BEIDOU, Индия – программа IRNSS, Япония – система QNSS и др. [4].

Система GALILEO создается с целью обеспечения европейских потребителей самостоятельной навигационной системой - независимой, в первую очередь, от США. В 2006 году Индия приняла решение о создании собственной навигационной системы IRNSS. На геосинхронные орбиты планируется вывести семь спутников [7]. Все аппаратные средства системы разрабатываются только индийскими компаниями.

Китай, желающий занять ведущую позицию на геополитической карте мира, разработал собственную СНС BEIDOU. В сентябре 2012 года два спутника, входящие в эту систему, были успешно запущены с космодрома Сичан. Они дополнили список 15 космических аппаратов, выведенных китайскими специалистами на околоземную орбиту в рамках создания полноценной спутниковой навигационной системы [7].

Развертывание собственной навигационной спутниковой системы позволит Китаю не зависеть от крупнейших мировых систем американской GPS и ГЛОНАСС. Это повысит эффективность китайских отраслей экономики, особенно, таких, которые связаны с телекоммуникациями.

Планируется, что к 2020 году в китайской СНС будет задействовано около 35 спутников, и тогда система BEIDOU сможет контролировать весь земной шар.

Некоторые ученые рассматривают вариант сочетания спутниковых систем GPS/ГЛОНАСС [8], что и учтено в Федеральной целевой программе по использованию спутниковой системы ГЛОНАСС в интересах гражданских потребителей [9], однако такой вариант развития событий предусматривает разработку серьезных межгосударственных соглашений странами, владеющими СНС.

Для определения пространственного положения летательных аппаратов (ЛА) кроме СНС используются неавтономные радионавигационные системы (РНС) [1 – 3], к которым относятся радиотехнические системы ближней (РСБН) и дальней (РСДН) навигации.

Радиотехнические системы ближней навигации являются однопозиционными и обслуживают зону, в пределах которой возможен прием сигналов наземных радиомаяков, работающих в диапазоне ультракоротких волн. Дальность действия таких систем ограничена дальностью прямой видимости и при высотах полета ЛА до 10 км не превышает 420 км.

Над созданием РСДН работали ученые различных государств. На рис. 1. приведен состав действующих РСДН [3]. Принцип действия, тактико-технические характеристики, области применения основных импульсно-фазовых РСДН, а также основные направления их совершенствования рассмотрены в статье [9, 10].



Рис. 1. Радиотехнические системы дальней навигации наземного базирования

В [10] рассматриваются состояние и режимы использования импульсно-фазовых РНС LORAN-C (США) и ЧАЙКА (Россия), их потенциальные возможности в решении задачи улучшения качества навигационно-временного обеспечения потребителей и повышения целостности и доступности РНС.

Импульсно-фазовые РНС рассматриваются в ближайшем будущем как эффективное дополнение для спутниковых навигационных систем [9 – 11, 17].

К недостаткам РСДН, как самостоятельного источника навигационной информации, относятся достаточно большие ошибки местоопределения и возможность навигации только на участках территории, где развернуты цепи РСДН [3].

Отдельного внимания заслуживают радиометрические автономные корреляционно-экстремальные системы навигации (КЭСН), получившие свое применение в военной и гражданской сферах [12]. В [12 – 14] Приведен достаточно подробный анализ литературы, посвященной особенностям построения КЭСН.

Радиометрические системы навигации (системы технического зрения) представляют собой класс автономных навигационных систем и применяются для решения военных задач: для наведения и самонаведения ЛА на наземные, морские и воздушные цели; для обнаружения низколетящих объектов на фоне неба и земной поверхности; для космической и

воздушной радиоразведки в рамках разведывательных-ударных комплексов [12, 13].

Для обеспечения надежности решения навигационной задачи, безопасности полетов современные летательные аппараты могут использовать несколько навигационных систем, которые способны взаимно компенсировать их недостатки [12]. Поэтому многие задачи военного и народнохозяйственного значения решаются благодаря комплексному применению радиометрических и других систем (радиолокационных, инфракрасных, оптических).

Для развития системы радионавигационного обеспечения Украины, разработки стратегии ее совершенствования либо создания новой, необходимо: провести детальный анализ технического состояния средств, используемых для местоопределения объектов; определить соответствие тактико-технических характеристик средств навигации существующим требованиям навигационного обеспечения.

Состояние радионавигационного обеспечения, и пути его совершенствования определяются радионавигационным планом государства, а также государственными нормативными документами. Такие документы существуют во всех странах, которые обеспокоены проблемами навигации, например, [9, 15].

На текущий момент существуют предложения по совершенствованию радионавигационного обеспечения в Украине [16, 18, 19, 20] и созданию радионавигационного плана Украины. Эти предложения предполагают приоритетное использование СНС и дополнение их системами дифференциальной навигации. Необходимо проанализировать насколько приемлемы такие подходы в решении задачи навигационного обеспечения Вооруженных Сил Украины.

Целью статьи является анализ состояния навигационного обеспечения летательных аппаратов различного назначения, в том числе и военного, а также определение направлений его дальнейшего развития.

Основной материал

Для любого государства залогом экономического процветания и политического влияния является высокий уровень технологического развития. Наличие своей навигационной системы – один из факторов, определяющих независимость государства и возможность иметь современные вооруженные силы. Именно поэтому ряд стран выделяют огромные средства для воплощения амбициозных планов по созданию собственной навигационной системы при, казалось бы, широком распространении и всеобщей доступности глобальных СНС.

Решение навигационной задачи в Украине, как и в любом другом государстве, имеет стратегическое значение, поскольку тяжело выделить отрасль, в которой не возникает необходимость точного, определения местоположения подвижных объектов (рис. 1) [9, 16].

Для большинства наземных подвижных объектов гражданского назначения чаще всего используются навигационные GPS-приемники, которые достаточно дешевы, просты в использовании, обеспечивают приемлемую точность и не требуют авторизации. Полученная навигационная информация для потребителей носит рекомендательный характер, а за принятие отвечает человек.

Для определения местоположения ЛА над территорией Украины используются приемники спутниковых навигационных сигналов двух стандартов (GPS/ГОЛНАСС) отечественного [21] и импортного производства, а также РНС. Для привязки на местности образцов вооружения и военной техники предлагаются к использованию также двухстандартные приемники спутниковых радионавигационных сигналов.

Использование двухстандартных приемников (GPS/ГОЛНАСС) навигационных сигналов при отсутствии каких-либо конфликтов вблизи территории Украины является наиболее дешевым и оправдан-

ным, поскольку в этом случае средства вкладываются только в разработку и изготовление самих навигационных приемников. В работах отечественных ученых [20, 21] предложены варианты создания национальной радионавигационной системы на основе спутниковых радионавигационных систем GPS и ГОЛНАСС, которые могут наращиваться наземными средствами широкозонной дифференциальной навигации [18, 20, 21].

Общепринятый и прописанный в нормативных документах по навигации [9, 15, 16], перечень задач, требующих навигационного обеспечения, (рис. 2) несовершенен, поскольку не в полной мере раскрывает потребности в навигационной информации объектов военного назначения в мирное время и не учитывает особенностей навигации ЛА в условиях военного времени. Именно в условиях военного времени возникают особые потребности в существовании собственной навигационной системы Украины.



Рис. 2. Задачи, требующие навигационного обеспечения

Существенными недостатками, ограничивающими использование СНС для навигации ЛА военного назначения являются:

– в случае возникновения конфликтных ситуаций (конфликта интересов), особенно с участием США и России, правительства этих стран оставляют за собой право для всех или части гражданских пользователей вводить ограничения на использование СНС [9].

Согласно Американскому Федеральному радионавигационному плану система, которая находится в

подчинении правительства США может иметь ограниченный доступ для пользователей [22]. Навигационная система ГЛОНАСС также имеет двойное подчинение и ограничения по доступу пользователей. Ограничение по доступу к СНС могут коснуться украинских пользователей в случаях: возникновения конфликта интересов Украины с государствами-владельцами навигационных систем, возникновения конфликта интересов вблизи территории Украины а также при угрозе террористических ударов.

Известно три прецедента, когда гражданский сегмент GPS был отключен: во время проведения операции «Буря в пустыне», акций НАТО против Сербии, а также во время войны в Ираке. Хотя в третьем случае сервис для частных пользователей был отключен лишь на территории театра военных действий, чтобы иракская армия не смогла использовать гражданские приемники в военных целях [4]. Конечно тяжело представить ситуацию, когда одновременно будет ограничен доступ к СНС GPS и ГОЛНАСС, однако такое вероятно, поскольку Украина и некоторые государства-соседи находятся в поле конфликтов США и России;

– внешнеполитический внеблоковый статус Украины не позволяет получить доступ к использованию каналов точной навигации;

– попытка создания и вывода на рынок высокотехнологичных систем оружия с использованием СНС может быть заблокирована странами-владельцами навигационных систем;

– повышение точности местоопределения объектов с использованием дифференциальных систем навигации [20] имеет смысл только после подкрепления межгосударственными соглашениями (гарантиями) их статуса, поддержки при проведении модернизаций, гарантированном предоставлении навигационной информации странами СНС.

– воздействие различного рода помех на работу навигационной аппаратуры потребителей (НАП) [23]. Эффективность использования постановщиков помех СНС была продемонстрирована на авиасалоне еще в 1997 году.

Научно-исследовательские работы, ряда научных организаций в период создания системы ГЛОНАСС и при разработке средств радиоэлектронной борьбы с системами типа GPS показали, что в принципе возможно создание имитационной помехи, структура которой будет совпадать со структурой навигационного сигнала и помеха будет приниматься навигационным приемником как еще один сигнал спутника. В результате вычисляются ошибочные координаты местоположения объекта. Средства постановки помех радионавигационным средствам производятся и продаются в том числе и украинскими предприятиями (изделие «Анклав») рис. 2 [24], которое способно подавить навигационную аппаратуру потребителя на дальностях до 15 км (при использовании ненаправленных антенн) и до 250 км (при использовании направленных антенн).

Естественно, в американской армии появились устройства, противодействующие глушению, на которые Пентагон выделяет значительные средства. Актуальность проблемы помехозащиты спутниковых систем навигации сохраняется и в настоящее время.

Учитывая проблемы и недостатки, характерные для СНС, достаточно активно проводятся исследования в области создания высокоэффективных авто-

номных навигационных систем, в первую очередь, военного назначения. Об этом свидетельствует достаточно большое количество публикаций отечественных и зарубежных авторов [12 – 14, 25 – 27]. Разработкой КЭСН занимаются, в том числе, и государства-собственники СНС. Например, КЭСН используются в средствах поражения, которые производятся США и Россией [12 – 14]. Создание, развитие и внедрение КЭСН не прописаны в открытых документах по навигации [9, 15] государств.

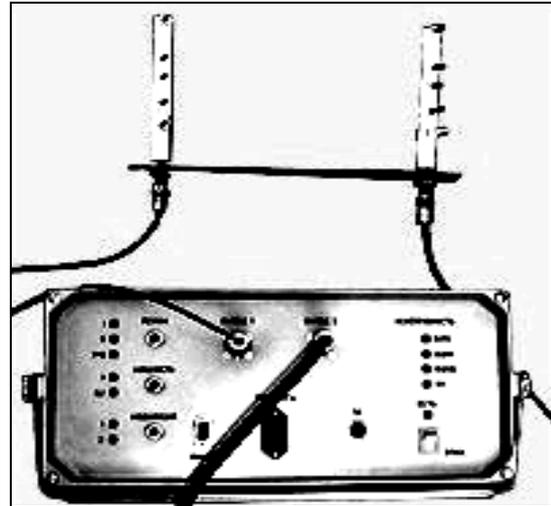


Рис. 3. Аппаратура создания прицельных по частоте помех навигационной аппаратуре потребителей систем GPS/GLONASS «АНКЛАВ»

Основным предназначением таких систем является обеспечение навигационной информацией ЛА, выполняющих боевую задачу в военное время, когда возможны сложности с использованием спутниковых либо других радионавигационных систем.

Среди существующих КЭСН наиболее изучены и распространены [12 – 14, 25 – 27] радиометрические КЭСН, обеспечивающие высокую точность местоопределения.

Эффективное применение радиометрических КЭСН требует решения ряда проблемных задач, изложенных в [28], среди которых:

- создание высококачественных трехмерных эталонных изображений (ЭИ);
- решение задачи понимания (структурного анализа) изображений. Поскольку перечень объектов, находящихся на местности достаточно большой, то система должна быть обучаемой;
- разработка методов и алгоритмов, приспособленных к воздействию различного рода помех и слабой изменчивости (слабой контрастности) поверхности визирования;
- создание эффективных алгоритмов вторичной обработки навигационной информации в КЭСН.

В отличие от других навигационных систем, КЭСН, являются по своей сути системами технического зрения и потенциально позволяют осуществ-

лять управление положением объекта по гибкой, нестандартной программе, учитывающей особенности оперативной обстановки.

Одним из возможных вариантов решения задачи высокоточной навигации для ЛА военного назначения, учитывающих недостатки и особенности функционирования рассмотренных НС, есть создание комбинированной автономной КЭСН, использующей различные информационные признаки. Предлагаемая комбинированная КЭСН не имеет ничего общего с НС, у которой на различных участках полета ЛА поэтапно используются различные системы навигации.

Под комбинированной автономной КЭСН следует понимать систему, которая имеет два или бо-

лее взаимно дополняющих друг друга каналов получения навигационной информации с использованием различных информационных полей, а также систему совместной вторичной обработки навигационной информации (рис. 4). Отдельные каналы получения навигационной информации опираются на единую базу эталонных изображений для датчиков различных диапазонов и обеспечивают первичную обработку навигационной информации. Система вторичной обработки осуществляет отождествление информации первичных каналов обработки, фильтрацию координатной информации и формирование сигналов управления ЛА. Достаточно сложной является задача выбора подходящих информационных признаков комбинированной КЭСН.

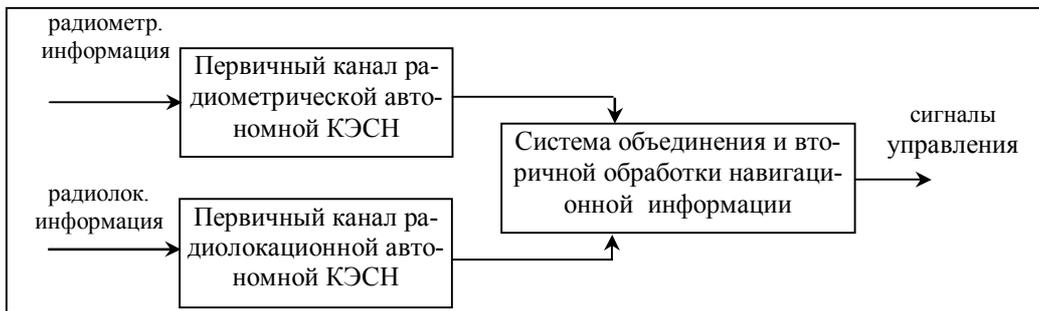


Рис. 4. Обобщенная структура комбинированной КЭСН

На рис. 4 показан вариант комбинированной КЭСН с радиолокационным каналом получения навигационной информации. Теоретически информационной основой для работы такого канала может служить система радиомаяков (каких-либо излучающих средств), расположенных на поверхности Земли и имеющих достаточно точную привязку к местности. Информационной основой системы таких радиомаяков может служить радиолокационное поле, создаваемое группировкой радиолокационных средств радиотехнических войск Воздушных Сил Вооруженных Сил Украины, осуществляющих мониторинг воздушного пространства в мирное и военное время.

Преимуществами использования радиолокационного канала в качестве дополнительного источника навигационной информации являются:

- точная привязка к местности активных радиолокационных средств радиотехнических, зенитных ракетных войск, стационарных передающих центров системы связи а также других стационарных источников радиоизлучения гражданского и военного назначения, которые выполняя задачи по своему основному предназначению одновременно являются радиомаяками для системы автономной навигации;
- сформированная сеть высокопотенциальных источников излучения с многократным перекрытием зон их действия в качестве радиомаяков;
- решение задачи обеспечения электромагнитной совместимости наземных РЭС является основой распознавания (идентификации) радиомаяков;

- использование широкодиапазонного приемника позволяет параллельно осуществлять разведку источников радиоизлучения в зоне видимости ЛА.

При создании комбинированных КЭСН необходимо решить ряд принципиально важных задач, среди которых:

- выбор информационных признаков, позволяющих обеспечить высокую надежность получения навигационной информации;
- создание единой базы эталонных изображений на основе различных информационных полей;
- разработка требований к структуре, пространственному размещению, сигнальному обеспечению системы радиомаяков;
- создание математической модели летательного аппарата, использующего комбинированную КЭСН;
- разработка алгоритма добавления источников излучения с известным пространственным положением в систему радиомаяков по заранее определенным критериям;
- совершенствование системы вторичной обработки навигационной информации на основе различных информационных полей;
- разработка алгоритма выбора маршрута движения ЛА с учетом меняющейся целевой и помеховой обстановки, изменения окружающей среды а также возникновения различного рода угроз для ЛА.

Для страны, не имеющей своей собственной высокоточной системы навигации ЛА военного на-

значения, и обладающей достаточно высоким научным потенциалом в этой области, использование КЭСН является одним из наиболее приемлемых вариантов развития высокотехнологичного и высокоточного оружия. В Вооруженных Силах Украины КЭСН могут быть использованы для определения пространственного положения таких объектов, как:

– беспилотные летательные аппараты (БЛА), осуществляющие разведку поля боя (радиоэлектронной обстановки, погоды), постановку помех различным РЭС, используемые в качестве высокоточного средства доставки;

– пилотируемые ЛА (резервная, аварийная система навигации);

– ракеты классов «земля-земля», «воздух-земля»;

– боевые роботы.

Выводы

В результате проведенного анализа состояния навигационного обеспечения летательных аппаратов различного назначения, в том числе и военного, а также определение направлений его дальнейшего развития установлено, что в настоящее время несмотря на существенные достижения в области создания и развития навигационных систем различного назначения ведутся исследования направленные, прежде всего, на решение задач обеспечения безопасности полетов, высокоточного определения координат объектов навигации.

В качестве приоритетных для решения рассматриваются следующие задачи: определение возможностей использования многовекторной информации, получаемой с помощью различных датчиков об информационных полях, разработка методов совместного использования различных информационных признаков без существенного усложнения системы обработки навигационной информации, создание системы вторичной обработки информации, алгоритмов и программного обеспечения, способных в условиях различной фоновой-целевой обстановки, обеспечивающих высокоточную навигацию ЛА.

Совершенствование систем навигации ЛА рассматривается на основе использования автономных комбинированных КЭСН. Наличие такой системы технического зрения расширяет потенциальные возможности высокоэффективных мобильных систем оружия нового поколения.

Список литературы

1. *Радиоэлектронные системы: Основы построения и теория. Справочник, изд. 2-е, перераб. и доп. / под ред. Я.Д. Ширмана. – М.: Радиотехника, 2007. – 512 с.*
2. *Радіоелектронні системи: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. за напрямом підготовки „Радіотехніка” / Ю.М. Седишев, В.І. Карпенко, Д.В. Атаманський та ін.; за заг. ред. Ю.М. Седишева. – Х.: ХУПС, 2010. – 360 с.*
3. *Основы радиотехнических систем : учебное пособие / Ю.Т. Зырянов, О.А. Белоусов, П.А. Федюнин. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011. – 144 с.*
4. *Паньків В. Galileo: когди же она завертнется? / В.В. Паньків // Сети и бизнес. – 2009. – № 2 (45). – С. 102-104.*
5. *ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / [под ред. А.И. Петрова, В.Н. Харисова]. – [3-е изд. перераб.]. – М.: Радиотехника, 2010. – 800 с.*
6. *Чеберко И. Россия даст гарантии поддержания ГЛОНАСС мировому сообществу / И. Чеберко // Газета «Известия» 9 ноября 2012. [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://izvestia.ru/news/539270>.*
7. *Навигационные спутниковые системы мира // Военное обозрение 3 октября 2012. [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://topwar.ru/19529-navigacionnyye-sputnikovyie-sistemy-mira.html>.*
8. *Чеберко И. Американцы согласились принять ГЛОНАСС / И. Чеберко // Газета «Известия» 6 февраля 2013. [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://izvestia.ru/news/544384>.*
9. *Радионавигационный план Российской Федерации. [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.internavigation.ru/documents/RNP2011.doc>.*
10. *Писарев С.Б. Радионавигационные системы LORAN-C и «ЧАЙКА» / С.Б. Писарев, А.И. Борисов, А.Л.Хотин // Технологическое оборудование и материалы. – 1998. – № 6. [Электрон. ресурс] – Режим доступа: <http://www.radioscanner.ru/info/article99>.*
11. *Модернизация радионавигационных систем наземного базирования / В.Г. Боровицкий, П.Э. Ефремов, В.С. Жолнеров, С.П. Зарубин // Новости навигации. – 2005. – № 4. – С. 3-6.*
12. *Радиометрические корреляционно-экстремальные системы навигации летательных аппаратов / В.И. Антофеев, В.Н. Быков, А.М. Гричанок, В.А. Краюшкин. – Х.: ХНУ им. В.Н. Каразина. 2008. – 356 с.*
13. *Баклицкий В.К. Корреляционно-экстремальные методы навигации и наведения / В.К. Баклицкий – Тверь: ТО «Книжный клуб», 2009. – 360 с.*
14. *Щербинин В.В. Построение инвариантных корреляционно-экстремальных систем навигации и наведения летательных аппаратов / В.В. Щербинин. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. – 230 с.*
15. *Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 04.07.2011 N 902 "Об утверждении Концепции создания Единой системы навигационно-временного обеспечения Республики Беларусь"*
16. *Козелкова Е.С. Развитие навигации в Украине (состояние и перспективы) / Е.С. Козелкова // Системи обробки інформації. – 2007. – № 1(59). – С. 56-59.*
17. *Модернизация радионавигационных систем наземного базирования. / В.Г. Боровицкий, П.Э. Ефремов, В.С. Жолнеров, С.П. Зарубин // Новости навигации. – 2005. – № 4. – С. 3-6.*
18. *Концепція створення єдиної системи навігаційно-часового забезпечення України / В.Б. Толубко, С.В. Козелков, С.М. Кучерук, Б.О. Костенко // Системи управління, навігації та зв'язку. – 2010. – № 1(13). – С. 2-6.*
19. *Кашияев І.О. Шляхи удосконалення системи навігаційного забезпечення Збройних Сил України./ І.О. Кашияев, Р.В. Пугачов, Д.В. Дяченко // Системи управління, навігації та зв'язку. – 2011. – № 3(19). – С. 22-24.*
20. *Концепція створення системи навигационного обеспечения Украины / А.П. Верещак, В.В. Пискорж, и др. // Космічна наука і технологія. – 1998. – Т. 4. № 5/6. – С. 46-55.*
21. *ГП "Оризон-навигация". Навигационная аппаратура авиационного назначения. Электрон. ресурс. – Режим доступа: <http://orizon-navigation.com>.*
22. *Теоретичні основи побудови заводозахисних систем інформаційного моніторингу повітряного простору / В.В. Ткачев, Ю.Г. Даник, С.А. Жуков, І.І. Обод, І.О. Романенко. – К.: МОУ, 2004. – 271 с.*

23. Експериментальна оцінка завадозахищеності приймача супутникової радіонавігаційної системи GPS від активних завад / В.Р. Хачатуров, С.Т. Багдасарян, А.В. Кобзев, О.С. Петренко // Системи управління, навігації та зв'язку. – 2010. – № 1(13). – С. 37-39.

24. Изделие «Анклав». Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://usts.kiev.ua/product/anklav.htm>.

25. Быков В.Н. Обобщенная модель процесса функционирования матричной радиометрической корреляционно-экстремальной системы навигации миллиметрового диапазона / В.Н. Быков, А.М. Сотников, Я.Н. Кожушко // Системи управління, навігації та зв'язку. – 2009. – № 3(11). – С. 13-17.

26. Сотников А.М. Обобщенная математическая модель решающей функции радиометрической системы навигации с подсветкой объекта привязки / А.М. Сотни-

ков, В.И. Барсов, Ю.В. Самсонов // Системи озброєння і військова техніка. – 2011. – № 4(28). – С. 87-89.

27. Белоглазов И.Н. Основы навигации по геофизическим полям / И.Н. Белоглазов, Г.И. Джанджгава, Г.П. Чигрин. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1985. – 328 с.

28. Техническое зрение в системах управления мобильными объектами-2010 / под ред. Р.Р. Назирова // Труды научно-технической конференции-семинара. – М.: КДУ, 2011. – Вып. 4 – 328 с.

Поступила в редколлегию 15.05.2013

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Г.В. Єрмаков, Академия внутренних войск МВД Украины, Харьков.

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ НАВІГАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

О.М. Сотников, В.А. Таршин

На основі аналізу існуючих навігаційних систем (НС) розглядаються шляхи створення автономної кореляційно-екстремальної системи навігації (КЕСН) літальних апаратів (ЛА) військового призначення, яка відповідає сучасним умовам ведення бойових дій та забезпечення безпеки польотів авіації.

Ключові слова: автономна навігаційна система, супутникові навігаційні системи, кореляційно-екстремальна система навігації.

PROBLEMS AND PERSPECTIVES OF NAVIGATION SUPPORT AIRCRAFT

A.M. Sotnikov, V.A. Tarshyn

Based on the analysis of existing navigation systems examines ways to create an autonomous correlation-extremely navigation systems military aircraft up to modern conditions of warfare and aviation safety.

Keywords: autonomous navigation system, satellite navigation systems, correlation-extremely navigation system.