

УДК 627. 746

И.А. Кашаев

Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба, Харьков

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ОБЛИКА НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Статья посвящена методологическим аспектам формирования технического облика навигационных систем беспилотных летательных аппаратов. Рассмотрены тенденции развития навигационных систем и пути расширения их функциональных возможностей.

**Ключевые слова:** беспилотный летательный аппарат, навигационная система, методы навигации.

### Введение

**Постановка проблемы.** В настоящее время в ходе локальных войн и военных конфликтов ярко проявились новые концепции и технологии ведения боевых действий - технологии сетецентрических, гибридных и бесконтактных войн. Резко возросла «интеллектуальность» вооружения и возник спрос на современные виды вооружений. Одним из направлений решения данной проблемы становится широкое применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) различного целевого назначения, которые способны существенно повысить боевые (оперативные) возможности авиационной группировки (АГ).

Многофункциональные БПЛА, совместно с пилотируемыми ЛА (в составе смешанной АГ), должны решать ударные, истребительные, разведывательные задачи и радиоэлектронное подавление (РЭП) [1]. Создание комплексов с БПЛА различного класса требует решения проблем разработки интеллектуальной бортовой системы управления полетом и разработки бортовых навигационных систем высокой точности.

**Цель статьи.** Для решения задачи формирования облика навигационной системы БПЛА необходимо решение следующих научно-технических задач - анализ современного состояния, тенденций развития навигационных систем и путей расширения их функциональных возможностей и разработка обобщенного метода построения интегрированной навигационной системы БПЛА.

### Основной материал

В части группы ключевых показателей, определяющих боевые возможности БПЛА, рассматриваются показатели, связанные с эффективностью боевого вылета (выживаемость в системе ПВО, выживаемость на аэродроме базирования, транспортные возможности, боекомплект и эффективность оружия, точность навигации и информационные возможности), реализуемой многозадачностью применения, интенсивностью и располагаемым числом вылетов

При формировании технического облика НС БПЛА необходимо учитывать его функциональное назначение, функциональное поведение и классификационные признаки.

Известные проекты БЛА разработаны или разрабатываются в большинстве своем для выполнения задач разведки (включая наблюдение и обнаружение целей), хотя просматривается наращивание усилий для выполнения ряда других задач, включая [1,2]:

- сбор информации, обеспечивающей принятие политических решений в кризисных ситуациях;
- радио- и радиотехническую разведку;
- радиационную, химическую и биологическую разведку;
- обнаружение мин и минных полей;
- создание помех радио- и радиотехническим средствам противника;
- управление огнем и целеуказание наземной и морской артиллерии;
- нанесение ударов по наземным целям (в перспективе борьба с воздушными целями);
- подавление ПВО противника;
- оценка результатов ударов, нанесенных противнику;
- противоракетная оборона на ТВД, включая обнаружение и уничтожение целей;
- ретрансляция сообщений и данных;
- сбор метеорологической информации и др.

В настоящее время беспилотные системы не только дополняют пилотируемые платформы, но и начинают выступать в качестве альтернативы последним. Классификационными признаками БАС являются [1, 2]: функциональное назначение, глубина зоны действия, способ старта и посадки, кратность применения, взлетная масса и продолжительность полета.

Под функциональным поведением системы понимают совокупность действий, обусловленных его функциональными степенями свободы и внутренними алгоритмами, позволяющими формировать программу действий для выполнения своих функций и их практической реализации [1].

Существует различный подход к классификации БПЛА [1, 2, 6].

По функциональному назначению БАС: разведывательная, разведывательно-ударная, ударные, бомбардировочные, истребительные, БАС РЭБ, транспортные БАС, мишени, имитаторы цели, многоцелевые БАС.

По глубине действия: поля боя, тактическая, оперативно-тактическая, оперативная стратегическая.

По кратности применения БЛА: с одноразовым БЛА, с многократным БЛА.

По способу старта БЛА: БЛА безаэродромного старта, аэродромного старта.

По способу посадки БЛА: с посадкой БЛА по самолётному, с точечной посадкой БЛА.

По продолжительности полета БЛА: малой продолжительности полета ( $T < 1$  час.); средней продолжительности полета ( $1 \text{ час.} < T < 2 \text{ час.}$ ), большой продолжительности полета  $T > 6$  часов).

По взлетной массе БПЛА в кг: микро ( $M_0 < 1.0$ ); мини ( $1 < M_0 < 100.0$ ); с легкие ( $100.0 < M_0 < 500.0$ ); средние ( $500.0 < M_0 < 5000.0$ ); тяжелые ( $5000.0 < M_0 < 15000.0$ ); сверхтяжелые ( $M_0 > 15000.0$ )

Согласно классификации UVS International все БЛА делятся на тактические БЛА с подуровнями по дальности и высотности действия, а также на стратегические и специальные БЛА [6].

Тактические включают: «нано-БЛА» (Nano,  $\eta$ ) с дальностью менее 1 км и массой менее 0.025 кг; «микро-БЛА» ( $\mu$ ) с дальностью действия до 10 км (максимальная взлетная масса – до 5 кг; «мини-БЛА» (Mini) - до 10 км (менее 20-150 кг); «БЛА ближнего радиуса действия» (CR, Close Range) – 10–30 км (25-150 кг); «БЛА малого радиуса действия» (SR, Short Range) – 30–70 км (50-250 кг); «БЛА среднего радиуса действия» (MR, Medium Range) – 70–200 км (150-500 кг); «БЛА среднего радиуса действия продолжительного полета» (MRE, Medium Range Endurance) – более 500 км (500-1500 кг); «маловысотные глубокого проникновения» (LADP, Low Altitude Deep Penetration) – более 250 км (250-2500 кг); «маловысотные большой продолжительности полета» (LAL-LE, Low Altitude Long Endurance) - более 500 км (15-25 кг); «средневысотные БЛА большой продолжительности полета» (MALE, Medium Altitude Long Endurance) – более 500 км (1000-1500 кг).

Стратегические включают «высотные БЛА большой продолжительности полета» (HALE, High Altitude Long Endurance) – более 2000 км (2500-5000 кг).

В категории специальных выделяются «боевые БЛА»

(UCAV, Unmanned Combat Aerial Vehicle) с дальностью около 1500 км (боле 1000 кг). Кроме того есть т.н. Lethal (LETH), Decoy (DEC) и Stratospheric (STRATO).

Общая методология построения навигационных систем БПЛА приведена на рис. 1.

Глубина зоны действия различных типов БПЛА приведена на рис. 2 [6].

Рис. 3 иллюстрирует подход к определению основных групп задач в соответствии с целевой функцией [5, 6]. Целевая функция (задачи БПЛА) определяет состав целевой нагрузки БПЛА в которую могут входить [2, 3]: подсистема микроволновой локации; подсистема топографической привязки; подсистема сбора и обработки информации о составе воздуха; средства подавления РЭП; подсистема постановки электромагнитных помех; средства высокоточной пеленгации радиоизлучений; лазерные дальномеры-целуказатели; детекторы (электромагнитных излучений, взрывчатки, углеводородов и пр.); подсистема видео-, фото- и инфракрасного наблюдения; сканер сигналов, ретранслятор сигналов; подсистема регистрации, шифрования и накопления данных; распыливания сыпучих веществ или разбрызгивания жидкостей; стрелковое оружие, сбрасываемый взрывной боеприпас; лёгкое ракетное вооружение и пр.; подсистема обработки и передачи данных; грузовой контейнер (сбрасываемый, открывающийся в полёте и др.); топливный бак (для БПЛА-заправщика), система дозаправки в воздухе; акустическая установка, светотехническая установка и др. Возможно использование различных способов навигации [4]:

Штурманский метод подразумевает наличие оператора в контуре управления.

Метод счисления пути основан на измерении вектора скорости объекта относительно поверхности земли и интегрирования этих составляющих во времени.

Обзорно сравнительный метод основан на определении текущего изображения местности и сравнении его с эталонным изображением.

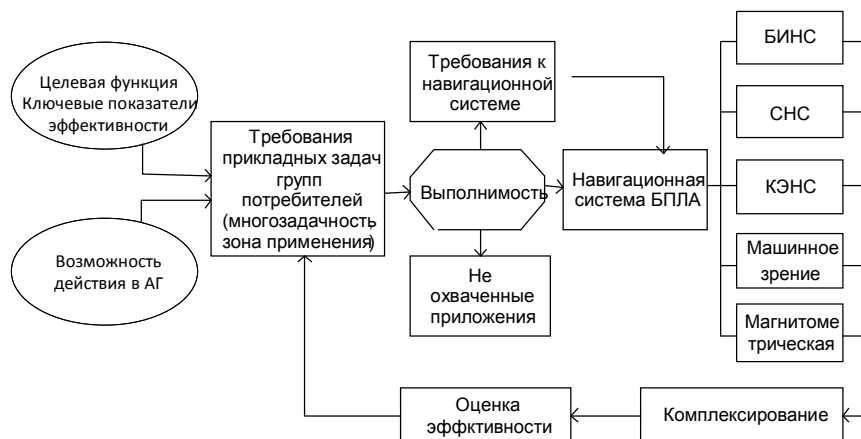


Рис. 1. Методология построения навигационных систем БПЛА

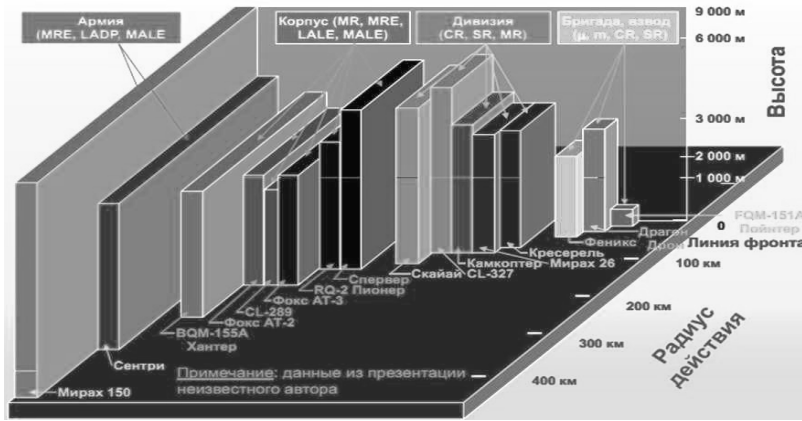


Рис. 2. Зоны действия БПЛА

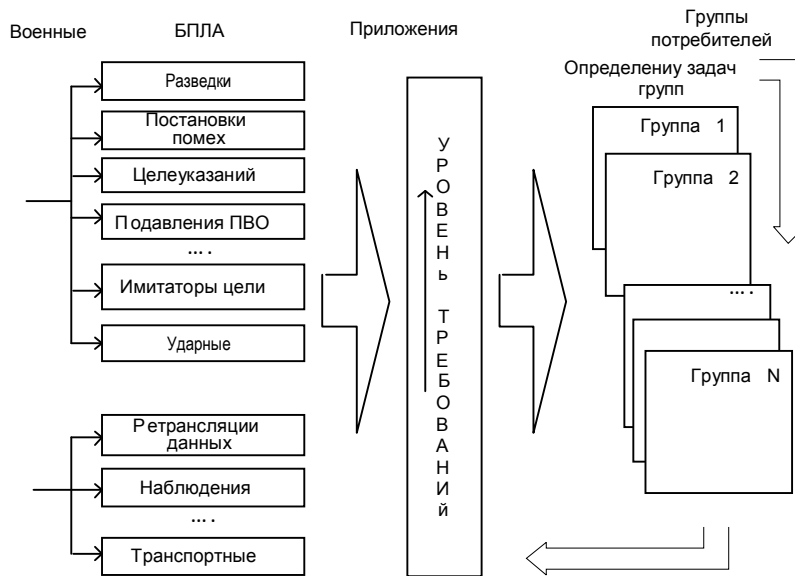


Рис. 3. Определение групп потребителей

Позиционный метод - основан на измерении координат объекта относительно известных ориентиров.

Облик интегрированной навигационной системы зависит и от применяемых методов навигации.

### Выводы

Рассмотрен подход к разработке методологии формирования технического облика интегрированной навигационной системы БПЛА на основе целе-

вого назначения и требований групп потребителей, что позволяет оптимизировать затраты на построение такой системы для БПЛА различного целевого назначения.

### Список литературы

1. Современные информационные технологии в задачах навигации и наведения беспилотных маневренных летательных аппаратов / Под ред. М.Н. Красильщикова и Г.Г. Серебрякова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 556 с.

2. Распопов В.Я. Микросистемная авионика: учеб. пособие / В.Я. Распопов. – Тула: «Гриф и К», 2010. – 248 с.

3. Востриков О.В. Обоснование облика навигационной системы ударного беспилотного летательного аппарата [Электронный ресурс] / О.В. Востриков. – Электр. журнал «Труды МАИ». – № 48. – Режим доступа: [www.mai.ru/science/trudy/](http://www.mai.ru/science/trudy/).

4. Беспилотная авиация: состояние, проблемы и перспективы развития [Электронный ресурс]. – режим доступа к ресурсу: [http://www.intelonics.com/01\\_UAV\\_Review\\_%28public%29.pdf](http://www.intelonics.com/01_UAV_Review_%28public%29.pdf).

5. Кашаев И.А. Методологические аспекты построения системы навигационного обеспечения / И.А. Кашаев // Системы обработки информации. – 2004. – Вып. 8(36). – С. 145-151.

6. Корченко А.Г. Обобщенная классификация беспилотных летательных аппаратов / А.Г. Корченко, О.С. Ильин // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Х.: ХУПС, 2012. – Вып. 4 (33). – С. 27-36.

7. Kee C., Ryoung C. A solution of a natural way to implement WADGPS in East Asia: decentralized WADGPS // Proceeding of ION GPS-99, 14-17 September 1999, Nashville, TN. – P. 211-220.

Поступила в редколлегию 1.10.2015

Рецензент: д-р техн. наук проф. С.В. Козелков, Государственный университет телекоммуникаций, Киев.

### МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ ЗОВНІШНОСТІ НАВІГАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ

І.О. Кашаєв

Стаття присвячена методологічним аспектам формування технічної зовнішності навігаційних систем безпілотних літальних апаратів. Розглянуті тенденції розвитку навігаційних систем і шляхи розширення їх функціональних можливостей.

**Ключові слова:** безпілотний літальний апарат, навігаційна система, методи навігації.

### METHODOLOGICAL ASPECTS OF FORMATION OF SHAPE NAVIGATION SYSTEM UAVS

I.A. Kashaev

The article is devoted to methodological aspects of the formation of a technical appearance navigation systems devil-pilot aircraft. Are considered, the trend of development of navigation systems and the expansion of their functionality.

**Keywords:** drone, navigation system, navigation methods.