

УДК 623.618

Автоматизированная система управления беспилотными летательными аппаратами при совместном решении ими специальных задач

Макаренко С. И., Козлов К. В.

Актуальность. Проводимая Россией на Украине специальная военная операция (СВО), приводит к изменению тактики действий воинских формирований, а также их организации и используемого оружия. В настоящее время, одним из основных особенностей ведения боевых действий (БД) в СВО является массовое использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в составе воинских формирований как сухопутных войск (СВ), так и военно-воздушных сил (ВВС). БПЛА в СВО применяются как для ведения разведки, так и для нанесения высокоточных ударов по живой силе и бронетехнике противника. **Цель работы** – на основе анализа особенностей применения БПЛА в СВО и анализа автоматизированных систем управления (АСУ) самолетами пилотируемой авиации сформулировать предложения по назначению, задачам и техническому облику потенциально-возможной АСУ БПЛА, которая могла бы обеспечивать их массированное и групповое использование для решения специальных задач. **Результаты и их новизна.** Результатами, изложенными в статье, являются предложения по назначению, задачам и техническому облику АСУ БПЛА для решения специальных задач. **Практическая значимость.** Представленные в работе предложения по созданию АСУ БПЛА, ориентированы на командный состав СВ и ВВС, органы военного управления, специалистов как в области организации войск, так и в области новых средств и способов ведения боевых действий в тактическом звене. Предложения по техническому облику АСУ БПЛА, ориентированы техническим специалистам.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, специальная военная операция, автоматизированная система управления, управление летательными аппаратами, боевые действия, связь, управление.

Введение

Проводимая Россией в настоящее время специальная военная операция (СВО) приводит к кардинальным сдвигам и в области тактики ведения боевых действий (БД), и в области новых способов и средств ведения БД. В частности, анализ работ [1-13] показывает, что одной из основных особенностей ведения БД воинскими формированиями Сухопутных войск (СВ) и Военно-воздушных сил (ВВС), как со стороны Вооруженных сил (ВС) Российской Федерации (РФ), так и со стороны вооруженных сил Украины (ВСУ) является массовое применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Именно их использование уже сейчас серьезно меняет тактику ведения БД традиционными воинскими формированиями СВ, ВВС и Военно-морского флота (ВМФ), что, в свою оче-

Библиографическая ссылка на статью:

Макаренко С. И., Козлов К. В. Автоматизированная система управления беспилотными летательными аппаратами при совместном решении ими специальных задач // Системы управления, связи и безопасности. 2025. № 1. С. 131-155. DOI: 10.24412/2410-9916-2025-1-131-155

Reference for citation:

Makarenko S. I., Kozlov K. V. Automated control system for unmanned aerial vehicles when they jointly figure out combat missions. *Systems of Control, Communication and Security*, 2025, no. 1, pp. 131-155 (in Russian). DOI: 10.24412/2410-9916-2025-1-131-155

редь, требует модификации технических и технологических решений, определяющих использование этого нового вида вооружения.

В штате бригад СВ ВСУ уже несколько лет сформированы и применяются роты ударных беспилотных авиационных комплексов (РУБПАК). Известно также, что проанализировав опыт их боевого применения и признав его успешным командование ВСУ преобразует эти роты в батальоны и бригады. В феврале 2024 г. Президент Украины В.А. Зеленский заявил о создании в составе ВСУ отдельного рода войск – сил беспилотных систем [14]. Аналогичное решение о создании нового рода войск – Войск беспилотных систем (ВВС) было принято и российским высшем военном руководством на расширенном заседании коллегии Министерства обороны (МО) РФ, проходившей 16 декабря 2024 г. Создание ВВС в составе ВС РФ планируется завершить только к III кварталу 2025 г. [15]. При этом, создание ВВС потребует не только унификации и модернизации БПЛА, обобщения и использования опыта их применения в СВО, но и потребует системного подхода к автоматизации боевого управления ими. Пока этот вопрос слабо проработан как в МО РФ, так и в создаваемых ВВС, в то время как в ВСУ уже успешно реализована автоматизированная система управления (АСУ) тактического звена Delta, в которую еще в марте 2024 г. были интегрированы модули автоматизированного управления действиями БПЛА [28]. Таким образом, в вопросе создания такого специализированного рода войск как ВВС, а также в проработке вопросов автоматизации управления его основным оружием – БПЛА, органы управления МО РФ отстают от ВСУ где-то на 1,5-2 года. Это отставание создает условия для военно-технического преимущества ВСУ на поле боя и требует скорейшего устранения.

На взгляд авторов, ситуация, когда БПЛА управляются оператором по принципу «один оператор – один БПЛА», является самым начальным вариантом становления системы управления БПЛА и в ближайшее время произойдет переход от ручного управления БПЛА к высокой степени автоматизации этого процесса. По мнению авторов, на ускоренный переход от ручного к автоматизированному управлению массированными действиями БПЛА будут влиять следующие факторы:

- стремительное насыщение воинских формирований СВ и ВВС различными образцами БПЛА в больших объемах;
- разнообразие задач, решаемых БПЛА в рамках военного конфликта – разведывательных, ударных, логистических и проч.;
- увеличение сложности задач, которые решаются с привлечением БПЛА, и, соответственно, переход от использования одиночных БПЛА к разнородным группам БПЛА, имеющим различную специфику, действующим по сложным сценариям со сменой ролей;
- отсутствие большого числа подготовленных операторов, специализирующихся на решении задач конкретного типа, а также специалистов по технической эксплуатации БПЛА;
- относительно невысокие физиологические возможности человека по управлению БПЛА (один БПЛА управляется одним человеком в тече-

- нии 20-30 мин), склонность к ослаблению внимания и совершению ошибок после продолжительной работы;
- внедрение методов искусственного интеллекта (ИИ) в систему управления БПЛА для решения следующих задач в автоматическом режиме: маршрутное управление, в т.ч. по визуальным ориентирам в условиях отсутствия навигационного поля спутниковых радионавигационных систем (СРНС); самостоятельный поиск и поражение целей; ведение разведки в заданном районе; решение логистических задач в районе линии боевого соприкосновения (ЛБС); самостоятельный выход из зоны радиоэлектронного подавления (РЭП) при потере связи с оператором;
 - необходимость повышения уровня боевого и информационного сопряжения БПЛА с пилотируемой авиацией, а также с другим вооружением, военной и специальной техникой (ВВСТ) при их совместном использовании.

Ранее, в 1950-х гг. невозможность силами операторов систем противовоздушной обороны (ПВО) в ручном режиме обеспечить управление отражением скоротечного удара средств воздушного нападения (СВН) привело к созданию соответствующих АСУ силами и средствами ПВО. По мнению авторов, аналогичный процесс должен иметь место и в решении задач управления БПЛА. Для повышения эффективности управления ими требуется создание АСУ, аналогичной АСУ самолетами пилотируемой авиации, но управляющей исключительно БПЛА с учетом специфики решаемых ими задач.

Анализ известных отечественных работ в области управления БПЛА показал, что подавляющее их число ориентировано на разработку исключительно бортовой системы управления для БПЛА, с учетом той или иной специфики. В настоящее время открытые работы, посвященные вопросам разработки АСУ массированным использованием БПЛА для решения специальных задач, отсутствуют. Аналогом такой АСУ может служить различные информационные системы для управления воинскими формированиями ракетных войск и артиллерии (РВиА) с целеуказанием и коррекцией их огня по данным, поступающим от БПЛА. К ближайшим аналогам такой системы можно отнести систему [16], систему «Глаз/Гроза» [29], систему «Бушприт» [30], более отдаленными – системы, описанные в работах [17-20], которые посвящены вопросам создания наземно-воздушной системы управления робототехнических комплексов (РТК) в т. ч. и БПЛА в составе системы управления воздушным движением (УВД). Однако все вышеуказанные прототипы не ориентированы на управление именно массовыми действиями БПЛА, они используют БПЛА как вынесенный датчик, для обнаружения целей и корректировки ведения огня.

Целью статьи является – анализ особенностей применения БПЛА в БД, в СВО; анализ АСУ самолетами пилотируемой авиации в качестве прототипа АСУ массированными действиями БПЛА (далее АСУ БПЛА); формирование предложений по назначению, задачам и техническому облику АСУ БПЛА.

Ввиду объемности, статья была декомпозирована на следующие подразделы.

1. Анализ особенностей применения БПЛА в БД, ведущихся в СВО.
2. Анализ АСУ самолетами пилотируемой авиации ВВС и ПВО.
3. Назначение и задачи АСУ БПЛА.
4. Предложения по техническому облику АСУ БПЛА.

Для унификации использования терминологии, авторы используют в статье следующие термины.

БПЛА – летательный аппарат, выполняющий полет без пилота (экипажа) на борту и управляемый в полете автоматически, оператором с пункта управления (ПУ) или сочетанием указанных способов.

АСУ БПЛА – совокупность персонала и функционально связанных технических компонентов, обеспечивающие эффективное применение БПЛА при решении ими специальных задач.

Специальные задачи – задачи, решаемые в интересах поддержания правопорядка, ведения боевых действий и обеспечения безопасности государства.

Данная статья продолжает цикл работ авторов [21-23], посвященных вопросам использования БПЛА в современных военных конфликтах, а также вопросам технического и организационного обеспечения такого использования.

1. Анализ особенностей применения БПЛА в БД, ведущихся в СВО

Одним из характерных особенностей СВО, идущей в настоящее время на территории Украины, от военных конфликтов прошлого является широчайшее использование БПЛА различного типа и назначения обеими сторонами конфликта.

В воинских формированиях ВВС применяются БПЛА аэродромного базирования, преимущественно для ведения видовой разведки, а также для действий совместно с пилотируемой авиацией в зонах, неподавленной вражеской ПВО.

В воинских формированиях СВ используются преимущественно малые БПЛА внеаэродромного базирования. Они применяются как для разведки, наблюдения и корректировки артиллерийского и миномётного огня, так и в качестве ударных средств. В последнем случае широко используются как одноразовые ударные БПЛА, называемые в специализированной литературе «барражирующим боеприпасом»¹ (ББ) или «БПЛА-камикадзе», так и многоразовые БПЛА, являющихся носителями различных средств поражения, в основном небольшого веса и поражающего действия. ВСУ активно применяет тяжелые БПЛА-квадрокоптеры (а также гексо- и октокоптеры), изначально сельскохозяйственного назначения, переделанные в носители различных средств пораже-

¹ Здесь и далее, по совокупности присущих им признаков, авторы считают барражирующие боеприпасы одним из типов БПЛА – одноразовым ударным «БПЛА-камикадзе», и не выделяют их в отдельный тип оружия относительно других БПЛА, при рассмотрении вопросов по тематике данной статьи.

ния. ВС РФ активно применяет серийно производимые одноразовые ударные БПЛА – ББ типа «Ланцет», «Куб» и др. Кроме них, обе стороны массово применяют простые и дешёвые БЛА-квадрокоптеры с укрепленными на них средствами поражения, в качестве одноразовых ударных БПЛА, называемые в обиходе «FPV-дронами» (далее – FPV-БЛА). Оператор такого FPV-БЛА поражает цель, дистанционно управляя БЛА «от первого лица» с помощью очков виртуальной реальности, на которые ведётся трансляция сигнала с установленной на БПЛА оптико-электронного средства (ОЭС) – видеокамеры.

Анализ опыта СВО показывает, что БПЛА, решающим специальные задачи, как объектам управления, свойственны следующие особенности (рис. 1):

- а) в рамках СВО массовое применение получили: БПЛА разведки, ББ типа «Ланцет» и их аналоги, тяжелые квадрокоптеры, малые FPV-БПЛА;
- б) управление этими БПЛА ведётся через командные радиолинии управления (КРУ), по которой передаются команды от оператора и возвращается телеметрическая информация (ТМИ) от БПЛА. Управление, как правило, ведётся непосредственно оператором в визуальном режиме «от первого лица» с контролем действий БПЛА по обратному каналу ТМИ и видеоканалу от ОЭС БПЛА;
- в) управление реализовано по принципу «один БПЛА – один оператор»; возможности автономных действий БПЛА не реализованы в полной мере или сведены к минимуму (прямолинейному полету к заданной точке или полет по заданному маршруту); возможности групповых действий БПЛА ограничены возможностями операторов к взаимодействию между собой; возможности групповых действий БПЛА под управлением одного оператора – отсутствуют;
- г) существующие линии связи, как КРУ, так и видеоканалы, в случае специализированных БПЛА (типа «Ланцет», «Орлан» и др.) не стандартизированы, несовместимы между собой и являются проприетарными, разрабатываемыми каждым разработчиком индивидуально; в случае использования коммерческих БЛА, их КРУ и видео-каналы стандартизированы, как правило, на базе международных стандартов мобильной связи – 4G, LTE, Wi-Fi, WiMAX и т. д.;
- д) подавляющее число КРУ и видеоканалов организовано по принципу «точка – точка» между БПЛА и его оператором; каналы связи и управления отдельных БПЛА не объединены в сеть, отсутствуют функции сетевой ретрансляции и реконфигурации каналов при их подавлении;
- е) работа большого количества БПЛА в рамках одного и того же протокола (например Wi-Fi), в одном и том же диапазоне, необходимость передачи видео в широкой полосе частот, приводит к быстрому насыщению используемого ограниченного участка спектра электромагнитных волн (ЭМВ), в результате, даже без воздействия средств радиоэлектронной борьбы (РЭБ) противника, связь резко ухудшается вследствие взаимных помех каналов связи друг другу;

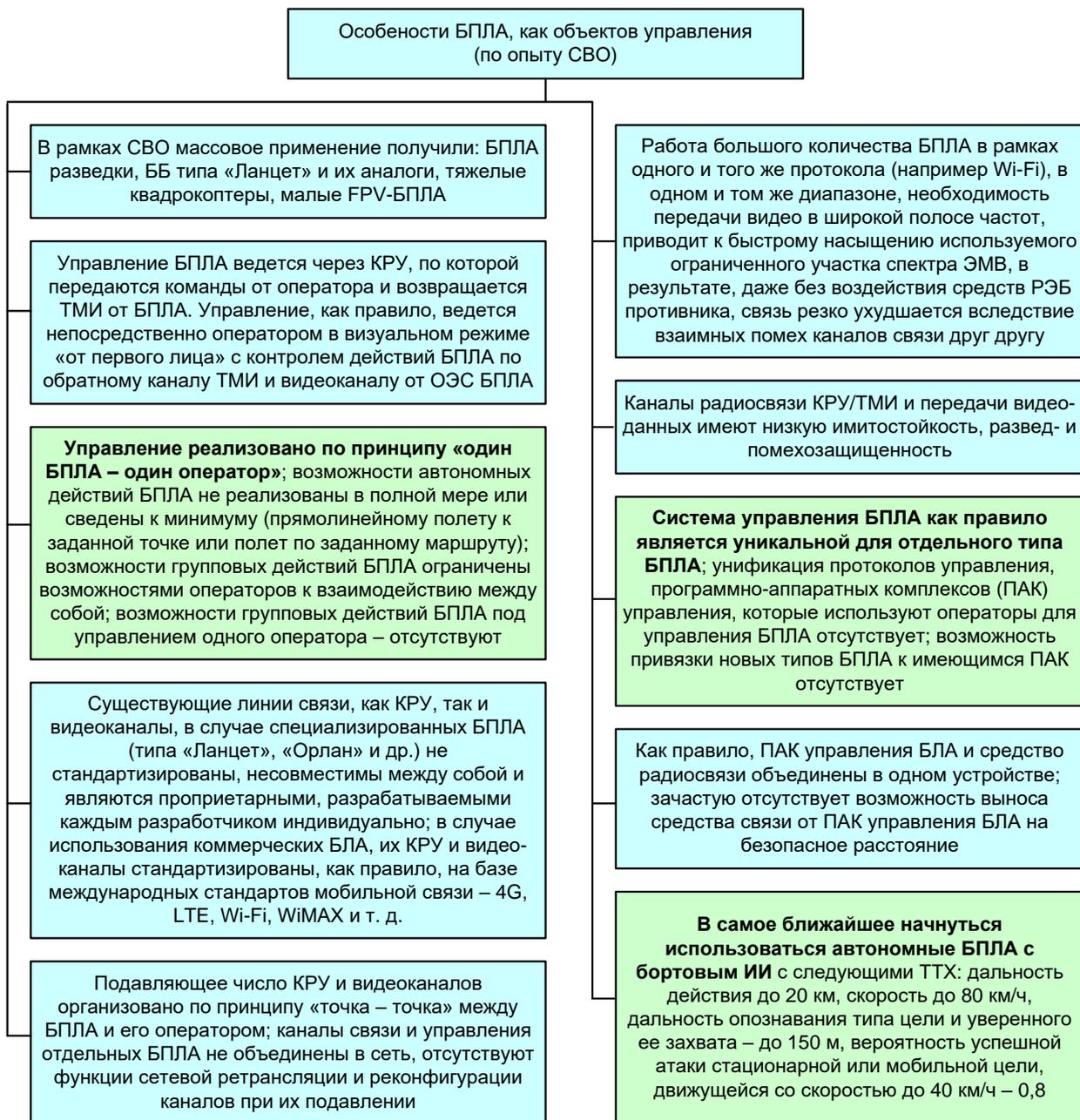


Рис. 1. Особенности БПЛА, как объекты управления, по итогам их боевого применения в СВО

- ж) каналы радиосвязи КРУ/ТМИ и передачи видео-данных имеют низкую имитостойкость, развед- и помехозащищенность;
- з) система управления БПЛА как правило является уникальной для отдельного типа БПЛА; унификация протоколов управления, программно-аппаратных комплексов (ПАК) управления, которые используют операторы для управления БПЛА отсутствует; возможность привязки новых типов БПЛА к имеющимся ПАК отсутствует;
- и) как правило, ПАК управления БЛА и средство радиосвязи объединены в одном устройстве; зачастую отсутствует возможность выноса средства связи от ПАК управления БЛА на безопасное расстояние.

Имеется тенденция замены БПЛА, управляемых операторами, на автономные БПЛА, управляемые бортовым искусственным интеллектом (ИИ). До-

кументация ВСУ [24] показывает, что они планируют в самое ближайшее время начать использовать опытные экземпляры автономных БПЛА с бортовым ИИ со следующими характеристиками: дальность действия до 20 км, скорость до 80 км/ч, дальность опознавания типа цели и уверенного ее захвата – до 150 м, вероятность успешной атаки стационарной или мобильной цели, движущейся со скоростью до 40 км/ч – 0,8.

Использование бортового ИИ в соответствующих ББ и БПЛА обеспечит помехоустойчивость в условиях применения средств РЭБ, ориентированных в своем большинстве на подавление каналов КРУ/ТМИ дистанционного управления БПЛА, а использование БПЛА в ночное время повысит их живучесть от носимых и мобильных средств ПВО, используемых в тактических воинских формированиях СВ. Массовое внедрение бортового ИИ в БПЛА позволит формировать автономно действующие территориально-распределенные группы БПЛА и ББ, функционирующие по принципу «обнаружил – опознал – передал оператору фото и координаты объекта – навелся – уничтожил», в течении короткого времени уничтожающих все выявленные объекты противника (группы живой силы, бронетехнику, фортификационные сооружения) в заданном районе с воздуха. Вместе с тем эффективное управление такими территориально-распределенными группами БПЛА и ББ в ручном режиме будет непосильно даже большому дежурному расчету операторов и однозначно должно быть возложено на соответствующую АСУ БПЛА.

2. Анализ АСУ самолетами пилотируемой авиации ВВС и ПВО

Предварительный анализ назначения и решаемых задач АСУ БПЛА показал, что прототипами такой системы могут являться АСУ оперативно-тактической авиации «Рубеж-МЭ» [25], «Фазенда-ТПЭ» [26], «Сенеж-М1Э» [27] и др. Обобщая данные об этих АСУ можно сформировать следующие обобщенные сведения об АСУ оперативно-тактической авиации.

Назначение АСУ – автоматизированное управление боевыми действиями самолетов авиационного полка (авиационной базы) в воздухе, как автономно, так и в составе группировки региона (соединения) ПВО, а также исполнение комплекса информационно-расчетных и оперативно-тактических задач, необходимых для такого управления.

Структурно АСУ состоит из следующих составных частей:

- а) комплекс средств автоматизации (КСА) командного пункта (КП) авиационного полка (авиационной базы);
- б) КСА удаленных (вынесенных) ПУ самолетами;
- в) КСА аэродрома базирования самолетов;
- г) совокупность наземных линий связи и станций передачи команд (СПК) на управляемые самолеты.

Функционально АСУ состоит из следующих подсистем:

- а) подсистема получения и визуализации данных о воздушной обстановке;

- б) подсистема поддержки принятия решений по планированию и управлению боевыми действиями самолетов;
- в) подсистема планирования и эксплуатации аэродрома;
- г) подсистема учета боевого потенциала отдельных самолетов и авиационного полка (базы) в целом, учета запаса и расхода ракетного авиационного вооружения, горючего, запасных частей, других материальных средств;
- д) подсистема связи «земля – воздух»;
- е) подсистема обмена данными с взаимодействующими и вышестоящими АСУ и КСА, входящими в состав группировки региона (соединения) ПВО.

Задачи, решаемые АСУ:

- а) получение, хранение, обработка и отображение данных: о воздушной обстановке; о состоянии и боевой готовности самолетов, подчиненных подразделений, их тыловом и инженерно-авиационном обеспечении; о состоянии аэродромов базирования; об метеорологической обстановке в районах базирования и ведения боевых действий; о ходе и результатах выполнения боевых задач;
- б) управление самолетами и группами самолетов в воздухе в ходе выполнения ими боевых задач в режиме реального времени; обмен информацией с экипажами; обмен данными с бортовыми средствами управляемых самолетов, включая автоматическую выдачу команд управления на борт, а также получение полетной и телеметрической информации (ТМИ);
- в) решение задач планирования и обеспечения боевых действий с учетом складывающейся тактической обстановки; формирование вариантов боевых действий и представление их операторам АСУ (штурманам боевого управления) для утверждения и последующей реализации; учет необходимости обеспечения безопасности полетов по отношению к взаимодействующим силам и средствам, а также по отношению к гражданской авиации при планировании и обеспечении боевых действий; контроль выполнения боевых задач;
- г) документирование процесса боевой работы; формирование данных объективного контроля; выпуск отчетных документов;
- д) выдача в вышестоящую систему управления формализованных донесений о составе, боевой готовности и итогах боевых действий; обеспечение автоматического обмена информацией с АСУ и КСА взаимодействующих частей истребительной авиации (ИА), зенитно-ракетных войск (ЗРВ) и радиотехнических войск (РТВ);
- е) контроль за состоянием линий связи, технических средств подчиненных, вышестоящих и взаимодействующих объектов, система, КСА и ПУ;
- ж) тренировку лиц боевого расчета по различным сценариям ведения боевых действий в воздухе.

Обобщая вышесказанное, можно сделать вывод, что за функциональную основу АСУ БПЛА можно взять существующие АСУ оперативно-тактической авиации с учетом модернизации их функций и технического облика с учетом специфики задач, выполняемых БПЛА.

3. Назначение и задачи АСУ БПЛА

В схематичном виде назначение и задачи АСУ БПЛА представлены на рис. 2.

Назначение АСУ БПЛА – автоматизированное управление БПЛА в воздухе при решении ими специальных задач, как автономно, так и в составе группировки, а также исполнение комплекса информационно-расчетных и оперативно-тактических задач, необходимых для такого управления.

Задачами АСУ БПЛА могут являться:

- а) формирование, сбор, обработка и отображение данных о (воздушной, наземной, морской) тактической обстановке;
- б) сбор, обработка и отображение данных о состоянии и боевой готовности БПЛА, подразделений технической и боевой подготовки БПЛА, тылового и инженерно-авиационного обеспечения; о состоянии мест базирования БПЛА и их запасах в этих местах;
- в) сбор, обработка и отображение данных о метеорологической обстановке в районах базирования и выполнения специальных задач; о ходе и результатах выполнения специальных задач;
- г) автоматизированное формирование вариантов действий БПЛА и представление их операторам АСУ для утверждения и последующей реализации;
- д) решение задач планирования и обеспечения типовых действий БПЛА с учетом складывающейся тактической обстановки:
 - ведение разведки: оптико-электронной (ОЭР); радио- и радиотехнической (РРТР); радиолокационной (РЛР) с выдачей результатов разведки во взаимодействующие системы управления силами и средствами;
 - корректировка огня ракетных войск и артиллерии (РВиА), других родов войск СВ, путем выдачи соответствующей информации в профильные АСУ и единую систему управления тактического звена (ЕСУ ТЗ);
 - формирование разведывательно-ударных контуров (например, разведывательный БПЛА в связке с ударными ББ);
 - управление группами БПЛА с бортовым ИИ при решении задач автономного поиска в заданном районе и поражение целей после их обнаружения;

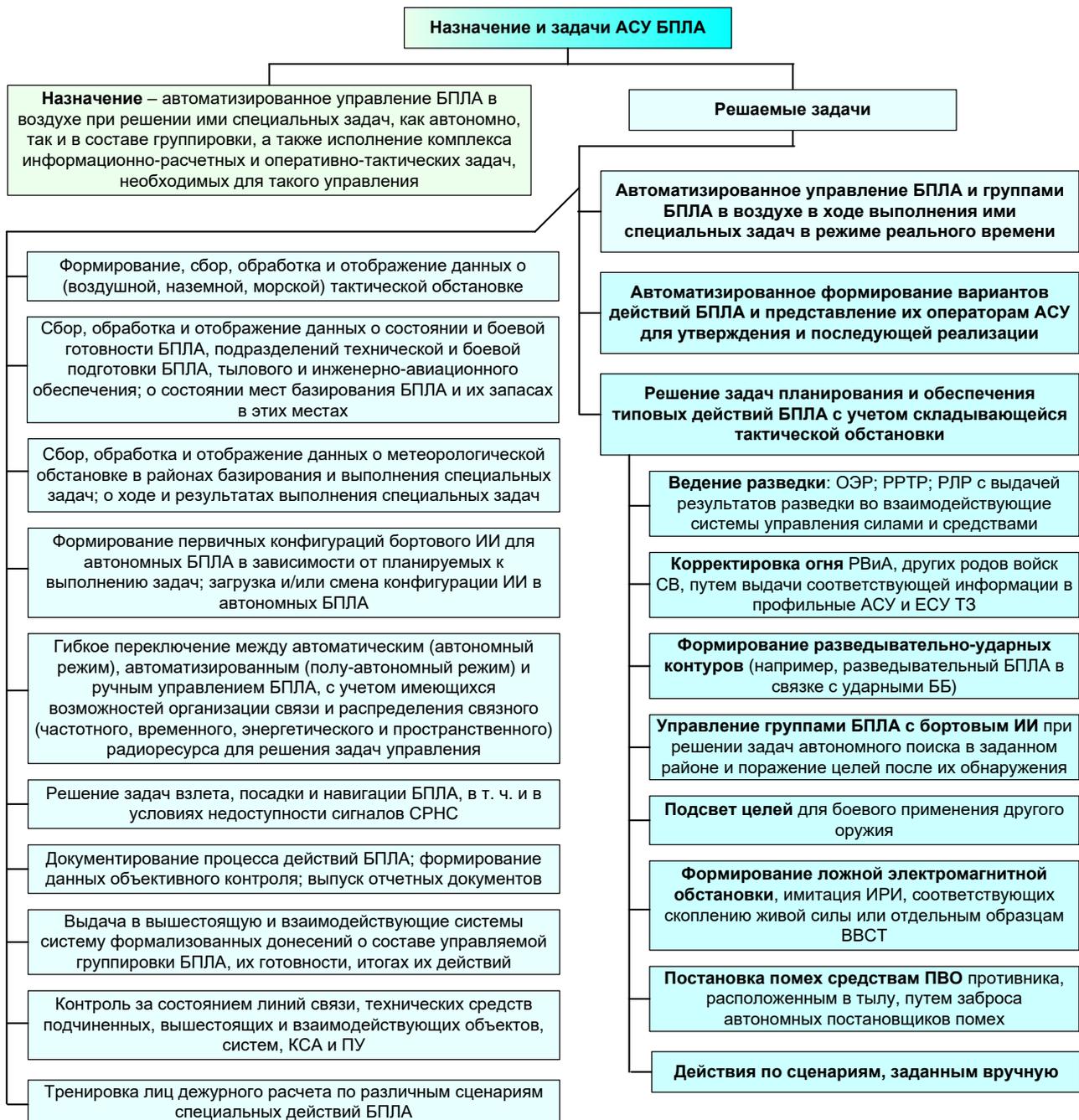


Рис. 2. Назначение и задачи АСУ БПЛА

- подсвет целей для боевого применения другого оружия, например, высокоточного оружия (ВТО) большой дальности, для горизонтного поражения целей средствами ПВО и авиационными средствами поражения в глубоком тылу противника;
- формирование ложной электромагнитной обстановки, имитация источников радиосигналов (ИРИ), соответствующих скоплению живой силы или отдельным образцам ВВСТ;
- постановка помех средствам ПВО противника, расположенным в тылу, путем заброса автономных постановщиков помех;
- действия по сценариям, заданным вручную;

- е) автоматизированное управление БПЛА и группами БПЛА в воздухе в ходе выполнения ими специальных задач в режиме реального времени;
- ж) обмен данными с бортовыми средствами управляемых БПЛА, включая автоматическую выдачу команд управления на борт, а также получение ТМИ;
- з) формирование первичных конфигураций бортового ИИ для автономных БПЛА в зависимости от планируемых к выполнению задач; загрузка и/или смена конфигурации ИИ в автономных БПЛА;
- и) гибкое переключение между автоматическим (автономный режим), автоматизированным (полу-автономный режим) и ручным управлением БПЛА, с учетом имеющихся возможностей организации связи и распределения связного (частотного, временного, энергетического и пространственного) радиоресурса для решения задач управления;
- к) решение задач взлета, посадки и навигации БПЛА, в т. ч. и в условиях недоступности сигналов СРНС;
- л) документирование процесса действий БПЛА; формирование данных объективного контроля; выпуск отчетных документов;
- м) выдача в вышестоящую и взаимодействующие системы систему формализованных донесений о составе управляемой группировки БПЛА, их готовности, итогах их действий;
- н) контроль за состоянием линий связи, технических средств подчиненных, вышестоящих и взаимодействующих объектов, систем, КСА и ПУ;
- о) тренировка лиц дежурного расчета по различным сценариям специальных действий БПЛА.

4. Предложения по техническому облику АСУ БПЛА

Структурно техническая часть АСУ БПЛА может состоять из следующих функциональных компонентов (рис. 3):

- а) ПАК освещения обстановки;
- б) ПАК радиотехнического обеспечения (РТО) полетов БПЛА;
- в) ПАК управления БПЛА;
- г) ПАК мониторинга электромагнитной обстановки (ЭМО);
- д) ПАК организации ведения РЭБ;
- е) ПАК организации связи с БПЛА;
- ж) совокупности автоматизированных рабочих мест (АРМ) операторов дежурной смены АСУ;
- з) средства информационной интеграции с взаимодействующими системами (системами других воинских формирований и гражданскими системами УВД).

Рассмотрим назначение и принципы функционирования этих компонент более подробно.

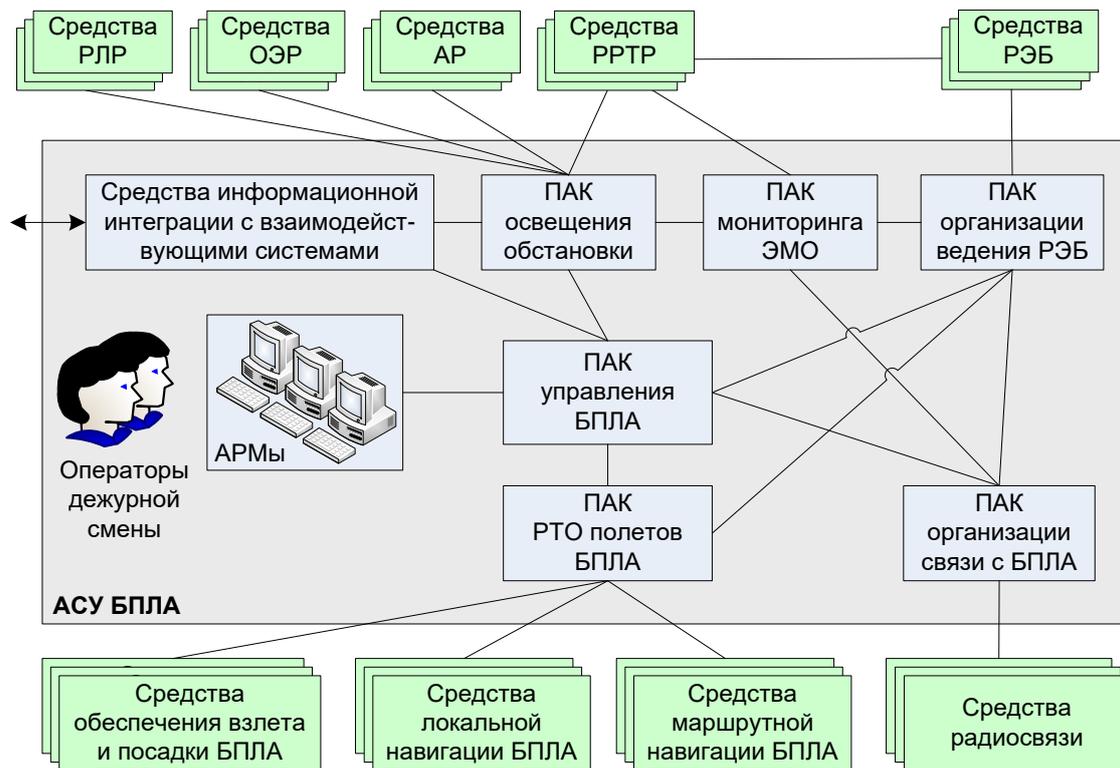


Рис. 3. Структура АСУ БПЛА

4.1. ПАК освещения обстановки

ПАК освещения обстановки – предназначен для сбора и обобщения данных о текущей тактической обстановке и потенциальных целях, поступающих от средств разведки и мониторинга.

ПАК освещения обстановки должен строиться на основе следующих принципов:

- ПАК должен обеспечивать сбор сведений в автоматическом и автоматизированном режиме о потенциальных целях, выявленных средствами РЛР, ОЭР, РРТР и акустической разведки (АР) наземного и воздушного базирования, а также о целях, поступающих от взаимодействующих систем;
- ПАК должен предусматривать: автоматическую привязку целей к сетке геопространственных координат; ввод типа целей; отождествление одной и той же цели, данные по которой получены из различных источников; автоматическую выдачу целей в ПАК управления БПЛА; формирование и поддержание целеуказания по мобильным целям;
- ПАК должен обеспечивать выдачу сведений о целях в ПАК управления БПЛА, а также прием сведений о типе и принадлежности ИРИ с ПАК мониторинга ЭМО;
- формирование признака «свой – чужой» для наблюдаемых объектов и управляемых БПЛА.

4.2. ПАК управления БПЛА

ПАК управления БПЛА – предназначен для управления БПЛА при решении ими специальных задач, а также координации функционирования других ПАК и технических средств АСУ.

ПАК управления БПЛА должен строиться на основе следующих принципов:

- а) ПАК должен обеспечивать как управление полетом БПЛА, так и управление его бортовой полезной нагрузкой;
- б) ПАК должен обеспечивать автоматизированную реализацию сценария действий БПЛА с учетом складывающейся обстановки после его утверждения оператором АСУ;
- в) управление всеми типами применяемых БПЛА должно «прозрачно» вестись операторами с использованием ПАК, который должен обеспечивать управление как одиночными БПЛА, так и группами БПЛА;
- г) разнообразные типы БПЛА должны «привязываться» к ПАК быстро и с минимальными трудозатратами оператора в режиме «Plug and Play» («подключил и сразу же заработало»);
- д) для управления одиночными неинтеллектуальными БПЛА в ПАК должны быть реализованы сценарии действий для типовых задач (например: ручное «управление от первого лица» (для FPV-БПЛА); полуавтономные «свободный поиск», «полет по маршруту», «контроль заданной местности», «обнаружение движущихся объектов», «обнаружение теплоконтрастных объектов», «обнаружение ИРИ»; полностью автономный «разведка заданного района с выдачей на ПАК вскрытых целей», «поиск цели заданного типа и его уничтожение»);
- е) при управлении группой неинтеллектуальных БПЛА должны быть реализованы следующие режимы: движение группы за ведомым, управляемым оператором; сценарий демонстративных действий группы БПЛА, сценарий массированной одновременной атаки группой БПЛА одной или нескольких целей; сценарий имитации ложной радиоэлектронной обстановки; сложные многоролевые сценарии, программируемые оператором;
- ж) для управления БПЛА с бортовым ИИ в ПАК должны быть реализованы типовые конфигурации ИИ под наиболее распространенные задачи (например: «свободный поиск любых целей с передачей данных об обнаруженных целях», «поиск целей определённого типа», «поиск целей определённого типа и их атака после обнаружения», автономные сценарии поведения при потере связи и подавлении навигационных сигналов СРНС и др.);
- з) при управлении группой БПЛА должны быть реализованы следующие возможности: смена задачи и конфигурации ИИ по внешней команде; смена роли и сценария действий в группе для отдельных БПЛА; целераспределение внутри группы БПЛА; автономное формирование ролей и сценариев действий группы БПЛА при атаке ею большой или

- территориально-протяженной или территориально-распределенной цели;
- и) ПАК должен обеспечивать документирование процесса боевой работы; формирование данных объективного контроля; выпуск отчетных документов;
 - к) ПАК должен обеспечивать формирование виртуальной тактической обстановки и тренировку лиц боевого расчета в ней;
 - л) ПАК должен обеспечивать: прием сведений о целях – от ПАК освещения обстановки; сведений о взлете/посадке, маршруте движения БПЛА – от ПАК РТО полетами БПЛА; сведений об организации связи и режимах работы средств связи – от ПАК организации связи с БПЛА; прием команд и выдачу информации на АРМы дежурной смены;
 - м) ПАК должен поддерживать обмен с взаимодействующими системами, выдачу в вышестоящую систему управления формализованных донесений о составе, боевой готовности и итогах действий БПЛА;
 - н) ПАК должен обеспечивать сбор и обобщение сведений о режимах работы, техническом состоянии других ПАК и технических средств АСУ, обеспечивать координацию их работы при решении целевых задач.

4.3. ПАК мониторинга ЭМО

ПАК мониторинга ЭМО – предназначен для сбора и обобщения данных о текущей ЭМО, поступающих от средств РРТР, с целью последующей организации связи с БПЛА и ведения РЭБ.

ПАК мониторинга ЭМО должен строиться на основе следующих принципов:

- а) ПАК должен обеспечивать автоматический сбор данных от средств РРТР воздушного и наземного базирования сведений об активных ИРИ, их типе, возможной принадлежности к своим войскам или войскам противника; о занятых полосах частот и используемых литерных частотах; о свободных участках спектра электромагнитных волн (ЭМВ); формирование целеуказания по частотам и структуре сигналов активных ИРИ противника;
- б) ПАК должен вскрывать принадлежность ИРИ к наземным ПУ БПЛА и управляемым БПЛА; формировать частотную карту организации связи и управления БПЛА;
- в) ПАК должен выдавать целеуказание на подавление каналов управления БПЛА противника в ПАК организации ведения РЭБ; выдавать сведения об ИРИ, их типе и принадлежности в ПАК освещения обстановки; выдавать сведения о свободных и занятых частотах при управлении своими БПЛА в ПАК организации связи с БПЛА.

4.4. ПАК организации ведения РЭБ

ПАК организации ведения РЭБ – предназначен управления средствами РЭБ в интересах противодействия БПЛА противника.

ПАК организации ведения РЭБ должен строиться на основе следующих принципов:

- а) ПАК должен обеспечивать автоматизированное управление средствами РЭБ при подавлении заданных полос и литерных частот, а также формированием помех требуемого типа: заградительных; полосовых; импульсных; имитирующих; скользящих; прицельных по частоте; прицельных по частоте и структуре сигнала и т.д.;
- б) ПАК должен обеспечивать выдачу в ПАК управления сведений, обеспечивающих автоматизированное управление БПЛА при решении задачи создания заданной ложной радиоэлектронной обстановки по сценариям, формируемым операторами;
- в) ПАК должен обеспечивать автоматизированное исключение из подавляемых диапазонов частот, рабочих частот функционирования средств, управляемых ПАК организации связи с БПЛА и ПАК РТО полетами БПЛА;
- г) ПАК должен обеспечивать автоматический обмен данными: об ИРИ, их типе и принадлежности, их параметров сигналов – с ПАК мониторинга ЭМО; о используемых полосах частот – с ПАК организации связи с БПЛА и ПАК РТО полетами БПЛА.

4.5. ПАК организации связи с БПЛА

ПАК организации связи с БПЛА – предназначен для обмена данными с бортовыми средствами управляемых БПЛА, включая автоматическую выдачу команд управления на борт, а также получение полетной информации и ТМИ, а также управления режимами работы средств связи, обеспечивающий этот обмен.

ПАК организации связи с БПЛА должен строиться на основе следующих принципов:

- а) обмен данными между БПЛА и наземными средствами радиосвязи должен быть организован по сетевому принципу с реконfigurацией маршрутов передачи данных при подавлении частот КРУ или утрате прямой радиовидимости между абонентами. Преимущественными протоколами организации воздушной сети, образованной управляемыми БПЛА и БПЛА-воздушными ретрансляторами, должны быть протоколы самоорганизующихся сетей, Mesh-сетей и MANET-сетей;
- б) при управлении неавтономными FPV-БПЛА каналы радиосвязи между управляемыми БПЛА и наземными средствами радиосвязи должны формироваться с учетом складывающийся ЭМО, в свободных полосах частот, с шириной достаточной для передачи видео-потокa данных, по принципу «точка – точка» или «точка – ретранслятор – точка»;
- в) при управлении БПЛА в полуавтономных или автономных режимах, каналы радиосвязи между управляемыми БПЛА и наземными средствами радиосвязи должны формироваться с учетом складывающийся ЭМО, в свободных полосах частот, с использованием развед- и помехозащищённых сигналов на основе сверхширокополосного сигнала

- (ШПС) или псевдослучайной перестройки рабочей частоты (ППРЧ). Такие каналы могут использовать по принципу «множественный доступ», преимущественно с кодовым разделением абонентов;
- г) для обеспечения энергоэффективности радиосвязи, пространственного разноса каналов связи, в т.ч. работающих на одной частоте, режекции помех от средств РЭБ противника по направлению их прихода, целесообразно использовать на БПЛА антенные системы на основе фазированных антенных решеток (ФАР);
 - д) используемые частоты каналов радиосвязи должны адаптивно перестраиваться в зависимости от складывающейся ЭМО, работы своих и чужих средств РЭБ и формируемым типом помех, активности других ИРИ в зоне действия управляемых БПЛА;
 - е) сеть радиосвязи управления БПЛА состоит из наземного сегмента, образованного наземными средствами радиосвязи, и воздушного сегмента, образованного БПЛА-ретрансляторами. Сеть радиосвязи образует территориально-распределенную структуру ретрансляторов, покрывающую зону выполнения управляемыми БПЛА целевых задач, при этом данная структура должна поддерживать «роуминг» управления БПЛА и «роуминг» обмена данными с ними, при вылетах БПЛА;
 - ж) протоколы физического, канального и сетевого уровня, используемые в сети радиосвязи управления БПЛА, должны быть унифицированы и стандартизованы относительно всех применяемых БПЛА и наземных средств радиосвязи;
 - з) для унификации аппаратно-программной основы средств радиосвязи БПЛА и наземных средств радиосвязи, а также для ее оперативного обновления можно использовать технологию программно-определяемого радио SDR (Soft Defined Radio);
 - и) внутри группы близко летящих БПЛА для обмена данными в режиме радиомолчания могут применяться всенаправленная оптическая связь (на основе светодиодов) или направленная лазерная связь;
 - к) должны быть определены и регламентированы средства и способы криптографического закрытия каналов обмена данными с БПЛА с учетом требуемой пропускной способности, оперативной ценности передаваемой информации и быстродействием имеющийся сертифицированной шифровальной аппаратуры связи (ШАС). Необходимо исключить избыточные требования к криптографическому закрытию той информации, оперативная ценность которой будет утрачена за время вылета БПЛА;
 - л) сеть радиосвязи управления БПЛА должна предусматривать встроенные средства идентификации БЛА «свой – чужой»; должны быть обеспечены способы обеспечения имитостойкости к внедрению в сеть «чужих» БПЛА и ложных абонентов;
 - м) БПЛА и их КРУ должны обеспечивать способы обеспечения имитостойкости к несанкционированным командам управления и попыткам перевода их в навязанные из вне и ложные режимы работы;

- н) ПАК должен обеспечивать автоматический обмен данными: о используемых частотах при организации связи – с ПАК организации ведения РЭБ; об организации связи, режимах работы средств связи – с ПАК управления БПЛА.

4.7. ПАК РТО полетов БПЛА

ПАК РТО полетов БПЛА – предназначен для управления режимами работы навигационных радиотехнических средств и ОЭС, обеспечивающих взлет/посадку и полет БПЛА по стандартным маршрутам.

ПАК РТО полетов БПЛА должен строиться на основе следующих принципов:

- а) ПАК должен обеспечивать учет взлетевших, севших, вышедших на маршруты движения БПЛА;
- б) основным режимом навигации БПЛА может быть ориентирование по навигационным сигналам СРНС, полет по электронным картам местности или по визуальным ориентирам в режиме ИИ. В дополнение к ним в зоне целевого применения БПЛА могут применяться радиотехнические маяки имитирующие псевдо-спутники СРНС, локальные радиотехнические и/или оптические средства обеспечения полетов, взлета и посадки;
- в) при реализации автономных режимов «возврат» целесообразно использование радиомаяков с определенной сигнатурой сигнала;
- г) при навигации БПЛА в условиях применения РЭБ противника целесообразным является применение аналога астронавигации по оптическим маякам;
- д) ПАК должен обеспечивать автоматический обмен данными: о используемых частотах радиотехнического оборудования – с ПАК организации ведения РЭБ; об организации РТО полетов БПЛА, режимах работы отдельных средств и местоположении управляемых БПЛА – с ПАК управления БПЛА.

4.8. Совокупность АРМов дежурной смены

Совокупность АРМов дежурной смены – предназначена для отображения лицам дежурной смены: сведений о текущей обстановке и управляемых БПЛА; представлении результатов решения информационно-расчетных и оперативно-тактических задач; данных о технической готовности, управляемых сил и средств; приема команд от операторов.

Совокупность АРМов дежурной смены должна включать в себя:

- а) АРМы лиц, ведущих разведку (в том числе и путем применения БПЛА ОЭР, РРТР и РЛР) и оценку тактической обстановки;
- б) АРМ лица, ведущего РРТР, контроль ЭМО и управляющего организацией ведения РЭБ;
- в) АРМ лица, управляющего организацией связи с БПЛА и режимами работы оборудования РТО полетов;

г) АРМы операторов боевого управления, управляющих БПЛА при решении ими целевых задач.

АРМы должен быть мобильным и предусматривать их вынос и установку в отдалении от места базирования основных ПАКов АСУ БПЛА.

4.9. Средства информационной интеграции с взаимодействующими системами

Средства информационной интеграции с взаимодействующими системами – предназначены для автоматического обмена данными ПАК управления БПЛА и ПАК освещения обстановки с внешними взаимодействующими с АСУ источниками и потребителями сведений, необходимых для функционирования АСУ БПЛА в комплексе с другими АСУ и КСА других воинских формирований, а также с гражданскими системами УВД.

Заключение

В статье изложены предложения авторов по созданию новой АСУ специального назначения – АСУ БПЛА, по аналогии с имеющимися АСУ управления пилотируемыми самолетами оперативно-тактической авиации. Представлены предложения как по назначению и задачам АСУ БПЛА, так и по ее техническому облику.

Предложения авторов развивают ранее представленные идеи по боевому применению БПЛА с учетом опыта их применения в СВО, изложенные в работах [21-23].

Авторы надеются, что их идеи найдут отклик среди командного состава СВ и ВВС ВС РФ, офицеров органов военного управления, специалистов в области военного строительства, что на практике позволит внедрить в российские войска по-настоящему передовые автоматические и автоматизированные способы управления массированными действиями БПЛА, которые сейчас управляются в ручном режиме. Авторы имеют опыт проектирования систем связи и АСУ специального назначения и при формировании соответствующей задачи от органов военного управления МО РФ готовы разработать АСУ БПЛА.

Литература

1. Маркин А. В. Обобщение боевого опыта южного крыла СВО до апреля 2024 года. – М.: Социально-политическая мысль, 2024. – 220 с.
2. Применение беспилотных летательных аппаратов (дронов). Теория и практика / Перевод с украинского. – М.: Народный перевод, 2022. – 86 с.
3. Тактика применения противником FPV-дронов (в схемах) и способы противодействия. Справочник. – М., 2024. – 32 с.
4. Борьба с БПЛА. Методические рекомендации / Перевод с украинского. – М.: Народный перевод, 2022. – 45 с.
5. Шайтура С. В., Байгутлина И. А., Замятин П. А. Краткий анализ использования малых БПЛА в ходе специальной военной операции на Украине // Славянский форум. 2022. № 2 (36). С. 467–498.

6. Егоренков С. А., Аниканов М. В. Боевое применение беспилотных летательных аппаратов при выполнении служебно-боевых задач подразделениями войск национальной гвардии в ходе специальной военной операции // Яковлевские чтения. Сборник научных статей II Межведомственной научно-практической конференции с международным участием. В 2-х частях. – Новосибирск, 2023. – С. 125–130.

7. Богданов Е. В., Шорилов Д. А., Прохоров К. А. Общие вопросы применения коммерческих беспилотных летательных аппаратов в условиях специальной военной операции // Обеспечение прав человека в деятельности правоохранительных органов. Сборник научных трудов. – Тверь, 2023. – С. 48–51.

8. Ладанов В. И., Русских П. П. Преимущества и ограничения применения гранатоносных беспилотных летательных аппаратов в специальных военных операциях // Интернаука. 2023. № 26-1 (296). С. 25–27.

9. Василенко А. Н., Цыбулько А. А., Косолап А. В. Анализ опыта применения БПЛА в ходе специальной военной операции и борьбы с БПЛА противника // Яковлевские чтения. Сборник научных статей II Межведомственной научно-практической конференции с международным участием. В 2-х частях. – Новосибирск, 2023. – С. 78–87.

10. Криничко В. А., Мурашко П. А. Роль беспилотных летательных аппаратов в современном бою // Яковлевские чтения. Сборник научных статей II Межведомственной научно-практической конференции с международным участием. В 2-х частях. – Новосибирск, 2023. – С. 151–154.

11. Мельничук В. А., Смуглов А. Н. Боевое применение беспилотных летательных аппаратов подразделениями войск национальной гвардии в ходе специальной военной операции // Актуальные вопросы повышения эффективности огневой подготовки в силовых структурах: теория и практика (IV Макаровские чтения). Всероссийский сборник научно-практических материалов конференции. – Пермь, 2024. – С. 206–211.

12. Карпусь Д. В., Будкеев Е. П. Приемы применения беспилотных летательных аппаратов общевойсковыми подразделениями // Актуальные вопросы служебно-боевой деятельности войск национальной гвардии в обеспечении государственной безопасности Российской Федерации. Сборник научных статей III Межведомственной научно-практической конференции. – Новосибирск, 2024. – С. 91–97.

13. Малышев В. А., Митрофанов Д. В. Анализ боевых возможностей беспилотных летательных аппаратов по поражению наземных целей и порядок их применения // Воздушно-космические силы. Теория и практика. 2024. № 29. С. 21–33.

14. На Украине создадут силы беспилотных систем как отдельный род войск // Известия [Электронный ресурс], 06.02.2024. – URL: <https://iz.ru/1646163/2024-02-06/na-ukraine-sozdadut-sily-bespilotnykh-sistem-kak-otdelnyi-rod-voisk> (дата доступа: 19.12.2024).

15. С новым родом: войска беспилотных систем создадут в России // Известия [Электронный ресурс], 17.12.2024. – URL: <https://iz.ru/1808177/ulia-leonova-vladimir-matveev-bogdan-stepovoi/s-novym-rodom-voiska-bespilotnykh-sistem-sozdadut-v-rossii> (дата доступа: 19.12.2024).

16. Куклин Р. В., Злотников К. А., Екимов А. А., Туйнов А. Е., Зорин С. С., Молоткова Б. Б., Орлов Д.В., Кучук С. В. Модель автоматизированного управления артиллерией общевойскового соединения, оснащенного беспилотными летательными аппаратами // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2018619415, 06.08.2018. Заявка № 2018616944 от 26.06.2018.

17. Токарев Ю. П., Макеев М. И., Юмаев К. Р. Построение комплекса управления беспилотными летательными аппаратами с использованием стандартных компонент // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управление. 2010. № 6 (113). С. 56-59.

18. Солеев А. В., Бочаров П. М., Яровой П. А. Система управления беспилотными летательными аппаратами "Airpilotuav" // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2024613915 от 01.02.2024.

19. Цариченко С. Г., Овсяник А. И., Павлов Е. В., Симанов С. Е., Исавнина И. Н. Групповое управление робототехническими комплексами при тушении пожаров в особо опасных условиях // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2018. № 4. С. 19-25.

20. Мелехин В. Б., Талалаев А. А., Хачумов М. В. Оптимизация распределения функций и режимов работы комплекса управления беспилотными летательными аппаратами // Авиакосмическое приборостроение. 2019. № 4. С. 45-54.

21. Бирюков П. А., Тимохин А. А., Макаренко С. И. Бригады сухопутных войск, вооруженные беспилотными летательными аппаратами: обоснование создания, предложения по их структуре, способам боевого применения и техническому обеспечению с учетом опыта специальной военной операции на Украине // Системы управления, связи и безопасности. 2024. № 2. С. 43-70. DOI: 10.24412/2410-9916-2024-2-043-070.

22. Макаренко С. И., Старостин А. В. Противовоздушная оборона страны от ударов беспилотных летательных аппаратов и крылатых ракет: новые угрозы, проблемные вопросы, технико-экономический анализ вариантов архитектуры // Системы управления, связи и безопасности. 2024. № 2. С. 86-148. DOI: 10.24412/2410-9916-2024-2-086-148.

23. Макаренко С. И. Преодоление позиционного тупика в современных боевых действиях за счет массированного применения беспилотных летательных аппаратов // Воздушно-космические силы. Теория и практика. 2024. № 32. С. 25-42.

24. Тендерная документация для проведения квалификационного отбора кандидатов в рамочное соглашение на закупку товаров по предмету: Беспилотные авиационные комплексы в составе мультироторных FPV 10" типа камикадзе с системой автоматического удержанием курса на цель и устройством инициации боеприпаса. К., 2024.

25. Оружие и технологии России. Энциклопедия XXI век. Том 9. Противовоздушная и противоракетная оборона / под ред. С. Иванова. – М.: Издательский дом «Оружие и технологии», 2004. – 751 с.

26. Комплекс средств автоматизации авиационной полка «Фазенда-ТПЭ» // Бастион [Электронный ресурс], 31.10.2019. – URL: <https://bastion-karpenko.ru/maks-2019-new-7/?ysclid=m4vabuhwnd211457619> (дата доступа: 19.12.2024).

27. Автоматизированная система управления кп зенитной ракетной части и пункта наведения ИА "Сенеж-М1Э" // Воздушно-космическая оборона [Электронный ресурс], 30.11.2013. – URL: <http://www.vko.ru/biblioteka/avtomatizirovannaya-sistema-upravleniya-kp-zenitnoy-raketnoy-chasti-i-punkta-navedeniya> (дата доступа: 19.12.2024).

28. Русанов А. Военная система Delta теперь работает с БПЛА // Фокус [Электронный ресурс], 29.03.2024. – URL: <https://focus.ua/digital/636777-voennaya-sistema-delta-teper-rabotaet-s-bpla-pochemu-eto-kardinalno-izmenit-voynu-v-ukraine> (дата доступа: 19.12.2024).

29. Разработчик рассказал о преимуществах системы "Глаз/Гроза" для ВС РФ в зоне СВО // ТАСС [Электронный ресурс], 30.11.2024. – URL: <https://tass.ru/armiya-i-opk/22265613> (дата доступа 21.02.2025).

30. Беспилотники Амурского объединения ВВО интегрированы в единую систему управления войсками // АвиаПорт [Электронный ресурс], 29.11.2018. – URL: <https://www.aviaport.ru/news/565747/> (дата доступа 21.02.2025).

References

1. Markin A. V. *Obobshchenie boevogo opyta yuzhnogo kryla SVO do aprelya 2024 goda* [Generalization of the combat experience of the southern wing of the special military operation until April 2024]. Moscow, Socialno-politicheskaya mysl Publ., 2024. 220 p. (in Russian).

2. *Primenenie bespilotnyh letatel'nyh apparatov (dronov). Teoriya i praktika* [The use of unmanned aerial vehicles (drones). Theory and practice]. Moscow, Narodnyj perevod Publ., 2022. 86 p. (in Russian).

3. *Taktika primeneniya protivnikom FPV-dronov (v skhemah) i sposoby protivodejstviya. Spravochnik* [Tactics of using FPV drones by the enemy (in diagrams) and methods of counteraction. Guide]. Moscow, 2024. 32 p. (in Russian).

4. *Borba s BPLA. Metodicheskie rekomendacii* [Fight against UAVs. Methodological recommendations]. Moscow, Narodnyj perevod Publ., 2022. 45 p.

5. Shaytura S. V., Baygutlina I. A., Zamyatin P. A. Brief analysis of the use of small UAVs during a special military operation in Ukraine. *Slavic Forum*, 2022, vol. 36, no. 2, pp. 467-498 (in Russian).

6. Egorenko S. A., Anikanov M. V. Combat use of unmanned aerial vehicles when performing service and combat tasks by units of the national guard troops during a special military operation. *Yakovlev readings. Collection of scientific articles of the II Interdepartmental scientific and practical conference with international participation*. Part 2. Novosibirsk, Novosibirsk Military Institute named after General of the Army I.K. Yakovlev of the National Guard of the Russian Federation, 2023. pp. 125-130 (in Russian).

7. Bogdanov E. V., Shorikov D. A., Prohorov K. A. Obshchie voprosy primeneniya kommercheskih bespilotnyh letatel'nyh apparatov v usloviyah special'noj voennoj operacii [General issues of the use of commercial unmanned aerial vehicles in a special military operation]. *Obespechenie prav cheloveka v*

deyatel'nosti pravoohranitel'nyh organov. Sbornik nauchnyh trudov [Ensuring human rights in the activities of law enforcement agencies. Collection of scientific papers]. Issue VII. Tver, Tver State University, 2023. pp. 48-51 (in Russian).

8. Ladanov V. I., Russian P. P. Advantages and limitations of the use of grenade-carrying unmanned aerial vehicles in special military operations. *Internauka*, 2023, vol. 296, no. 26-1, pp. 25–27 (in Russian).

9. Vasilenko A. N., Cybulko A. A., Kosolap A. V. Analiz opyta primeneniya BPLA v hode specialnoj voennoj operacii i bor'by s BPLA protivnika [Analysis of the experience of using UAVs during a special military operation and the fight against enemy UAVs]. *Yakovlevskie chteniya. Sbornik nauchnyh statej II Mezhvedomstvennoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. V 2-h chastyah* [Yakovlev readings. Collection of scientific articles of the II Interdepartmental Scientific and Practical Conference with international participation. In 2 parts]. Novosibirsk, 2023, pp. 78–87 (in Russian).

10. Krinichko V. A., Murashko P. A. The role of unmanned aerial vehicles in modern combat. *Yakovlev readings. Collection of scientific articles of the II Interdepartmental scientific and practical conference with international participation*. Part 2. Novosibirsk, Novosibirsk Military Institute named after General of the Army I.K. Yakovlev of the National Guard of the Russian Federation, 2023. pp. 151-154 (in Russian).

11. Melnichuk V. A., Smuglov A. N. Boevoe primeneniye bespilotnyh letatel'nyh apparatov podrazdeleniyami vojsk nacional'noj gvardii v hode special'noj voennoj operacii [Combat use of unmanned aerial vehicles by units of the National Guard troops during a special military operation]. *Aktual'nye voprosy povysheniya effektivnosti ognevoj podgotovki v silovyh strukturah: teoriya i praktika (IV Makarovskie chteniya). Vserossiyskij sbornik nauchno-prakticheskikh materialov konferencii* [Topical issues of increasing the effectiveness of fire training in law enforcement agencies: theory and practice (IV Makarov Readings). All-Russian collection of scientific and practical conference materials]. Perm, 2024, pp. 206–211 (in Russian).

12. Karpus D. V., Budkeev E. P. Priemy primeneniya bespilotnyh letatel'nyh apparatov obshchevojskovymi podrazdeleniyami [Techniques for the use of unmanned aerial vehicles by combined arms units]. *Aktual'nye voprosy sluzhebno-boevoy deyatel'nosti vojsk nacional'noj gvardii v obespechenii gosudarstvennoj bezopasnosti Rossijskoj Federacii. Sbornik nauchnyh statej III Mezhvedomstvennoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Topical issues of the service and combat activities of the National Guard troops in ensuring state security of the Russian Federation. Collection of scientific articles of the III Interdepartmental scientific and practical Conference]. Novosibirsk, 2024, pp. 91–97.

13. Malyshev V. A., Mitrofanov D. V. Analysis of the combat capabilities of unmanned aerial vehicles to defeat ground targets and the procedure their applications. *Aerospace forces. Theory and practice*, 2024, no. 29, pp. 21–33 (in Russian).

14. Na Ukraine sozdatut sily bespilotnyh sistem kak otdel'nyj rod vojsk [Ukraine will create forces of unmanned systems as a separate branch of the armed forces]. *Izvestiya [News]*, 06.02.2024. Available at: <https://iz.ru/1646163/2024-02->

06/na-ukraine-sozdatut-sily-bespilotnykh-sistem-kak-otdelnyi-rod-voisk (accessed 6 February 2024) (in Russian).

15. S novym rodom: vojska bespilotnykh sistem sozdatut v Rossii [Happy new year: troops of unmanned systems will be created in Russia]. *Izvestiya [News]*, 17.12.2024. Available at: <https://iz.ru/1808177/ulia-leonova-vladimir-matveev-bogdan-stepovoi/s-novym-rodом-vojska-bespilotnykh-sistem-sozdatut-v-rossii> (accessed 6 February 2024) (in Russian).

16. Kuklin R. V., Zlotnikov K. A., Ekimov A. A., Tujnov A. E., Zorin S. S., Molotkova B. B., Orlov D. V., Kuchuk S. V. Model' avtomatizirovannogo upravleniya artilleriej obshchevojskovogo soedineniya, osnashchennogo bespilotnymi letatel'nymi apparatami [Model of automated artillery control of a combined-arms unit equipped with unmanned aerial vehicles]. Certificate of registration of a computer program RU 2018619415, 06.08.2018. Application no. 2018616944 at 26.06.2018 (in Russian).

17. Tokarev Yu. P., Makeev M. I., Yumaev K. R. Postroenie kompleksa upravleniya bespilotnymi letatel'nymi apparatami s ispolzovaniem standartnykh komponent. *Computing, Telecommunication and Control*, 2010, vol. 113, no. 6, pp. 56-59 (in Russian).

18. Soleev A. V., Bocharov P. M., Yarovoj P. A. Sistema upravleniya bespilotnymi letatel'nymi apparatami "Airpilotuav" ["Airpilotuav" unmanned aerial vehicle control system]. Certificate of registration of a computer program RU 2024613915, 01.02.2024.

19. Tsarichenko S., Ovsyanik A., Pavlov E., Simanov S., Isavnina I. Group control of robotic systems when extinguishing fires in extremely hazardous conditions. *Fires and Emergencies: Prevention, Elimination*, 2018, no. 4, pp. 19-25 (in Russian).

20. Melekhin V. B., Talalaev A. A., Khachumov M. V. Optimization of the functions and operating modes distributions of control complex of unmanned aerial vehicles. *Aerospace Instrument-Making*, 2019, no. 4, pp. 45-54 (in Russian).

21. Biryukov P. A., Timokhin A. A., Makarenko S. I. Brigades of ground forces equipped with unmanned aerial vehicles: justification for their creation, proposals on their structure, methods of combat use and technical support, taking into account the experience of the special military operation in Ukraine. *Systems of Control, Communication and Security*, 2024, no. 2, pp. 43-70 (in Russian). DOI: 10.24412/2410-9916-2024-2-043-070.

22. Makarenko S. I., Starostin A. V. Country's air defense system against strikes with unmanned aerial vehicles and cruise missiles: new threats, problematic issues, technical and economic analysis of architecture variants. *Systems of Control, Communication and Security*, 2024, no. 2, pp. 86-148 (in Russian). DOI: 10.24412/2410-9916-2024-2-086-148.

23. Makarenko S. I. Overcoming the positional deadlock of modern warfare through massive use of unmanned aerial vehicles. *Aerospace forces. Theory and practice*, 2024, no. 32, pp. 25-42 (in Russian).

24. Tendernaya dokumentaciya dlya provedeniya kvalifikacionnogo otbora kandidatov v ramachnoe soglasenie na zakupku tovarov po predmetu: Bespilotnye aviacionnye komplekсы v sostave mul'tirotnykh FPV 10" tipa kamikadze s sistemoj avtomaticheskogo uderzhaniem kursa na cel' i ustrojstvom iniciacii boepripasa

[Tender documentation for the qualification selection of candidates for the framework agreement for the purchase of goods on the subject: Unmanned aerial systems consisting of kamikaze-type multicopter FPV 10 with an automatic heading control system and an ammunition initiation device]. Kiev, 2024.

23. Ivanov S. *Oruzhie i tekhnologii Rossii. Enciklopediya XXI vek. Tom 9. Protivovozdushnaya i protivoraketnaya oborona* [Weapons and technologies of Russia. Encyclopedia of the XXI century. Volume 9. Air and missile defense]. Moscow, "Weapons and Technology" Publ., 2004. 751 p. (in Russian).

26. Kompleks sredstv avtomatizatsii aviacionnoj polka «Fazenda-TPE» [The complex of automation equipment of the aviation regiment "Fazenda-TPE"]. *Bastion*, 31.10.2019. Available at: <https://bastion-karpenko.ru/maks-2019-new-7/?ysclid=m4vabuhwnd211457619> (accessed 19 December 2024) (in Russian).

27. Avtomatizirovannaya sistema upravleniya kp zenitnoj raketnoj chasti i punkta navedeniya IA "Senezh-M1E" [Automated control system of the Senezh-M1E anti-aircraft missile unit command post and fighter aircraft guidance point]. *Vozdushno-kosmicheskaya oborona [Aerospace defense]*, 30.11.2013. Available at: <http://www.vko.ru/biblioteka/avtomatizirovannaya-sistema-upravleniya-kp-zenitnoy-raketnoy-chasti-i-punkta-navedeniya> (accessed 19 December 2024) (in Russian).

28. Rusanov A. Voennaya sistema Delta teper' rabotaet s BPLA [Delta Military System now works with UAVs]. *Fokus [Focal]*, 29.03.2024. Available at: <https://focus.ua/digital/636777-voennaya-sistema-delta-teper-rabotaet-s-bpla-pochemu-eto-kardinalno-izmenit-voynu-v-ukraine> (accessed 19 December 2024) (in Russian).

29. Razrabotchik rasskazal o preimushchestvah sistemy "Glaz/Groza" dlya VS RF v zone SVO [The developer talked about the advantages of the "Eye" system./"Thunderstorm" for the Russian Armed Forces in the zone of a special military operation]. *TASS*, 30.11.2024. Available at: <https://tass.ru/armiya-i-opk/22265613> (accessed 19 December 2024) (in Russian).

30. Bespilotniki Amurskogo ob"edineniya VVO integrirovany v edinuyu sistemu upravleniya vojskami [The drones of the Amur Military District are integrated into a single command and control system.]. *AviaPort*, 29.11.2018. Available at: <https://www.aviaport.ru/news/565747/> (accessed 19 December 2024) (in Russian).

Статья поступила 10 января 2025 г.

Информация об авторах

Макаренко Сергей Иванович – доктор технических наук, профессор. Профессор кафедры информационной безопасности. Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина). Область научных интересов: сети и системы связи; радиоэлектронная борьба; информационное противоборство; системы и комплексы вооружения. E-mail: mak-serg@yandex.ru

Адрес: Россия, 197376, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, 5.

Козлов Константин Валентинович – кандидат военных наук. Заместитель начальника научно-технического центра. ПАО «Интелтех». Область науч-

ных интересов: беспилотные летательные аппараты, управление ими и противодействие им; системы и комплексы противовоздушной обороны. E-mail: inteltech@inteltech.ru

Адрес: Россия, 197376, Санкт-Петербург, ул. Кантемировская, 8.

Automated control system for unmanned aerial vehicles when they jointly figure out combat missions

S. I. Makarenko, K. V. Kozlov

Relevance. The Special Military Operation (SMO), which is being conducted by Russia in Ukraine, leads to a change in the tactics of military formations, as well as their organization and weapons used. The massive use of unmanned aerial vehicles (UAVs) as part of military formations of both the Army and the Air Force is one of the main features of the conduct of military operations in the SMO at the present time. UAVs in the SMO are used both for conducting reconnaissance and for delivering precision strikes against enemy manpower and armored vehicles. **The purpose of the paper** is to formulate proposals on the purpose, tasks and technical appearance of the automated control system (ACS) of UAVs for their massive and group use to solve special tasks based on the analysis of the features of the use of UAVs in SMO and the analysis of ACS by manned aircraft. **The results and their novelty.** The results presented in the article are suggestions on the purpose, tasks and technical appearance of the UAVs ACS for solving military tasks. **Practical significance.** The proposals for the creation of an automated UAVs ACS, which are presented in the paper, are aimed at the command staff of the Army and Air Force, military authorities, specialists both in the field of troop organization and in the field of new means and methods of conducting combat operations in the tactical level. Suggestions on the technical appearance of the UAVs ACS are addressed to technical specialists.

Keywords: unmanned aerial vehicle, special military operation, automated control system, aircraft control, combat operations, communications, control.

Information about Authors

Sergey Ivanovich Makarenko – Dr. habil. of Engineering Sciences, Full Professor. Professor of Information Security Department. Saint Petersburg Electrotechnical University 'LETI'. Field of research: stability of network against the purposeful destabilizing factors; electronic warfare; information struggle. E-mail: mak-serg@yandex.ru

Address: Russia, 197376, Saint Petersburg, Professor Popov Street, 5.

Konstantin Valentinovich Kozlov – Ph.D. of Military Sciences. Deputy Head of the Scientific and Technical Center. JSC "Inteltech". Research interests: unmanned aerial vehicles, their control and counteraction; air defense systems and complexes. E-mail: inteltech@inteltech.ru

Address: Russia, 197342, Sankt Peterburg, Kantemirovskaya Street, 8.