

УДК 629.7:351.814.3

**ОРГАНИЗАЦИЯ СВЯЗИ И НАБЛЮДЕНИЯ  
ЗА ПОЛЕТАМИ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

*Е. К. Кунай, К. В. Шаведдинова, курсанты, БГАА*

Научный руководитель – О. Н. Скрыпник, доктор техн. наук, профессор

*Резюме – безопасная интеграция беспилотных авиационных систем (БАС) в воздушное пространство (ВП) сегодня является одним из главных вопросов в авиации, который предполагает использование новых технологических решений при реализации базовых принципов аэронавигационного обслуживания. Поэтому сделать беспилотные воздушные суда (БВС) видимыми пилотам воздушных судов (ВС) и диспетчерам – одна из главных задач. Для ее решения существует сразу несколько потенциально применимых технологий.*

*Resume – the safe integration of unmanned aviation systems into the airspace today is one of the main issues in aviation, which involves the use of new technological solutions in the implementation of the basic principles of air navigation services. Therefore, making unmanned aircraft visible to pilots of manned aircraft and air traffic controllers is one of the main tasks. Several potentially applicable technologies exist to solve this problem.*

**Введение.** Беспилотные авиационные системы и беспилотные воздушные суда – это пока еще недостаточно изученное и освоенное направление развития мировой авиации, в котором существует огромное количество возможностей и приложений. В данной работе приведен анализ основных систем наблюдения и связи за полетами БАС.

**Основная часть.** *Линии управления и контроля C2* обеспечивает возможность внешнему пилоту контролировать, управлять БВС, получать необходимую телеметрию при выполнении полетов в пределах прямой видимости VLOS (visual line of sight), при полетах за пределами прямой видимости BVLOS (beyond visual line of sight), в пределах прямой радиовидимости от станции внешнего пилота (RLOS – radio line of sight) или за пределами радиовидимости (BRLOS – beyond radio line of sight). В этих случаях архитектура линий C2 и предъявляемые к ней требования существенно различаются.

Под архитектурой C2 понимается любая конфигурация, в которой передатчики и приемники через станцию внешнего пилота пункта дистанционного пилотирования взаимодействуют с БВС.

Что касается применения *сотовых сетей для управления БВС*, то уровень готовности у 4G и 5G относительно высокий. Самые быстрые мобильные сети 4G в среднем предлагают скорость 45 Мбит/с. Потенциально возможная скорость передачи данных сетей 5G доходит до 10 Гбит/с.

*Применение спутниковых навигационных систем* в городах может быть недостаточно точным из-за городских сооружений. Поэтому в данной ситуации 5G оценивается как перспективное решение для городских полетов, что особенно актуально для системы городской аэромобильности UAM (Urban Air Mobility).

Недостатками сотовых сетей являются потенциально возможные перебои в передаче данных и возможные сложности при переключении между сетями различных сотовых операторов, а также ограничения по высоте.

*Устройство системы FPV (First Person View)* – это трансляция видео в режиме реального времени с камеры БВС на монитор, очки или шлем пилота. Реализована посредством нескольких технологий: захват изображения; обработка полученных данных и их дополнение информацией, полученной с датчиков.

*Использование технологии АЗН-В (Автоматическое зависимое наблюдение–вещание)* для БВС заключается в ее совместимости с пилотируемой авиацией. После оборудования БВС мобильными передатчиками, совместимыми с теми, что уже есть на ВС, они становятся видимыми для пилотов гражданских самолетов. И наоборот, если БВС будет оснащен приемником АЗН-В 1090ES, то он сможет отслеживать окружающие его воздушные суда.

*Перспективной технологией являются различные приложения для смартфонов.* Одной из таких технологий является V4UFLY – это бесплатное приложение, доступное для iOS, Android и в Интернете, которое предоставляется операторам беспилотных летательных аппаратов США, как развлекательных, так и коммерческих. Во время подготовки к запуску БВС данное приложение позволяет увидеть ограничения в использовании воздушного пространства, в котором необходимо произвести полет БВС. Также в перспективе указанные приложения должны позволить посредством наведения смартфона на БВС увидеть его параметры полета и принадлежность.

**Заключение.** Общая география тестирования проектов контроля за полетами БВС весьма обширна: США, Индия, Япония, Австралия, Европа. Более того, отдельные страны уже начали использовать БВС для доставки небольших грузов в коммерческих целях, рассматривается перспектива применения БВС как такси. Однако для реализации этого потенциала нужно преодолеть много как технологических, так и юридических барьеров.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Remotely Piloted Aircraft System (RPAS) Concept of Operations for International IFR Operations: ICAO, 2017. – 26 p.
2. Аникин, А. Л. Анализ требований к технологиям интеграции беспилотных авиационных систем в воздушное пространство Российской Федерации / А. Л. Аникин. – М.: АНО «Центр «Аэронет», 2019. – 194 с.
3. Прил. 10, Т. VI. Авиационная электросвязь. Системы и правила связи, относящиеся к линии С2 дистанционно пилотируемых авиационных систем. – Изд. 1-е. – ИКАО, 2021. – 45 с.