

9. RFC 6238. TOTP: Time-Based One-Time Password Algorithm. URL: <https://tools.ietf.org/html/rfc6238> (дата обращения 20.04.2018).

10. RFC 4226. HOTP: An HMAC-Based One-Time Password Algorithm. URL: <https://tools.ietf.org/html/rfc4226> (дата обращения 20.04.2018).

11. ГОСТ Р 51241–2008. Средства и системы контроля и управления доступом. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071688> (дата обращения 20.04.2018).

cntd.ru/document/1200071688 (дата обращения 20.04.2018).

12. Многофакторная аутентификация – лучше меньше, да лучше. URL: <http://www.itsec.ru/articles2/Oborandteh/mnogofaktornaya-autentifikatsiya-luchshe-menshe--da-luchshe> (дата обращения 20.04.2018).

V. D. Sergeev

Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI»

R. R. Fatkueva

Saint Petersburg University for Informatics and Automation of the Russian Academy of Sciences

METHOD OF TWO-FACTOR AUTHENTICATION IN A CLOUD SERVICE

Existing authentication methods are reviewed, the comparative analysis of them is carried out. Based on the specifics of the protected system, a number of requirements for the authentication mechanism being developed are defined. Two-factor authentication method with electronic key, which represents electronic carrier, obtaining some hardware characteristics that also act as an additional authentication factor, with a secret recorded on it, and one-time six-digit password, transmitted to the user's mobile device via an SMS-channel, is proposed. The selection and further configuration of the infrastructure for authentication system software implementation is carried out, and realization of obtained algorithm is held. Authentication system architecture, which is embodied in the form of a client-server application, is introduced. As a result, software solution, which increases the security of user access to the cloud service, is received. Two-factor authentication system improvement activities are proposed as a part of further optimization. The prospects for further development of the software product are considered.

Authentication system, two-factor authentication, dongle, one-time password, digital certificate, SMS-channel

УДК 629.7.058.4

С. А. Кудряков, Е. А. Рубцов

Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации

С. А. Беляев, А. В. Экало

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)

Ю. Б. Остапченко

АО «НИЦ СПб ЭТУ»

Анализ линий различной протяженности для обеспечения управления, контроля и связи с беспилотными воздушными судами

Произведен анализ линий передачи данных для обеспечения управления, контроля и связи с беспилотными воздушными судами. Рассматриваются три вида линий: дальнего, среднего и ближнего радиуса действия. Для обеспечения дальней радиосвязи с БВС в настоящее время возможно применение только спутниковых линий. Для обеспечения линий среднего радиуса действия (на дальность прямой радиовидимости) рекомендуется применять средства диапазонов УВЧ и СВЧ, позволяющие передавать данные с большой скоростью и обмениваться информацией с быстролетающими БВС. В настоящее время разработано большое количество средств данных диапазонов как военного, так и гражданского назначения. Линии ближнего радиуса действия применяются для обмена информацией между БВС и станцией внешнего пилота, а также для обмена информацией между БВС. Этот тип линий предполагает большие скорости передачи: от десятков мегабит до гигабит в секунду и позволяет обмениваться фото- и видеоинформацией в реальном масштабе времени. Помимо радиолиний для ближней связи целесообразно применять инфракрасные системы, не создающие помех в радиозфере.

Безопасность полетов, беспилотные воздушные суда, управление, контроль, связь, линия передачи данных

Наблюдаемое в настоящее время развитие беспилотной авиации имеет по большей части стихий-

ный характер. Это приводит к возникновению множества проблем и противоречий. Часть их видна

уже сейчас, но большинство проявит себя в будущем и потребует для разрешения больших экономических затрат. Одной из ключевых проблем является разработка стандартов на применяемые линии передачи данных, что потребует выработки единых подходов к определению необходимого состава оборудования для обеспечения управления, контроля и связи с беспилотными воздушными судами [1]. Целью данной статьи является анализ существующих линий связи, их характеристик и ограничений, а также определение области применения различных технологий для организации линий различной протяженности. Рассматриваемые линии условно разделим на 3 категории:

- 1) линии дальнего радиуса действия (обеспечивающие передачу данных на расстояния, превышающие дальность прямой радиовидимости);
- 2) линии среднего радиуса действия (ограниченные дальностью прямой радиовидимости);
- 3) линии ближнего радиуса действия (обеспечивающие передачу данных на расстояния от десятков до сотен метров).

Линии передачи данных для беспилотных авиационных систем. Анализ линий передачи данных для беспилотных авиационных систем (БАС) целесообразно начать с рассмотрения общих вопросов. Согласно концепции применения БАС беспилотные воздушные суда (БВС), в том числе дистанционно пилотируемые воздушные суда (ДПВС), пилотируются с пункта дистанционного пилотирования (ПДП) с использованием линии передачи данных для управления, контроля и связи, обозначаемой в англоязычной литературе как СЗ (Command, Control, Communication). Для управления полетом ДПВС может применяться несколько пунктов дистанционного пилотирования, при этом в каждый конкретный момент времени беспилотное воздушное судно обменивается данными только с одним ПДП [2].

Линия управления, контроля и связи СЗ обеспечивает соединение ПДП с дистанционно-пилотируемой авиационной системой (ДПАС) для решения задач управления полетом. Линия передачи данных (ЛПД) может быть симплексной или дуплексной. Как правило, применяются средства, имеющие максимальную дальность действия в пределах прямой радиовидимости (RLOS), но возможно применение средств, позволяющих работать и за пределами радиовидимости (BRLOS). Однако стоит учитывать, что при работе за пределами радиовидимости возникает задержка, а этот фактор в ряде случаев (например, при пило-

тировании с применением данных от бортовых видеокамер) может стать критическим.

В состав дистанционно-пилотируемой авиационной системы входят следующие компоненты, которые определяют состав, а также характеристики информационных потоков с наземными пунктами дистанционного управления (НПДУ):

– средства связи для решения задач управления воздушным движением (УВД), а также системы наблюдения (средства радиосвязи для обмена текстовыми сообщениями по ЛПД «диспетчер – пилот» (CPDLC – controller–pilot data link communications), система радиовещательного автоматического зависимого наблюдения (АЗН-В), система вторичной радиолокации, работающая в режиме S и ES;

- системы навигации;
- комплексная система управления полетом, навигационный вычислитель и система автоматического пилотирования;
- система комплексного мониторинга технического состояния систем;
- система прекращения полета.

Проведем анализ информационных потоков, оценим их характеристики и состав передаваемой информации. По ЛПД «вверх» (с ПДП на ДПВС) передается следующая информация:

1) команды управления полетом ВС, а также управления бортовой аппаратурой:

- сигналы на перемещение ручки управления и дроссельной заслонки (если они используются для реверсивных операций);
- входные сигналы для изменения курса, высоты, скорости набора высоты и снижения (если они используются);
- данные о точках пути;
- барометрическое давление;
- изменение радиочастот УВД (передача секторов);
- изменение кодов вторичного обзорного радиолокатора;
- управляющие параметры системы обнаружения и предотвращения опасных сближений;
- информация о запасе топлива и другая, необходимая для конкретного БВС;

2) при выполнении полетов на большую дальность может возникнуть необходимость получить обновленную информацию о плане полета, базе навигационных данных, НОТАМ и метеорологическую информацию для запасных аэродромов или мест посадки, а также информацию, необходимую для организации передачи управления беспилотным воздушным судном между ПДП:

– обновление плана полета;
 – база навигационных данных – при выполнении полетов большой протяженности может потребоваться обновление в полете;

– НОТАМ – при выполнении полетов большой протяженности может потребоваться обновление в полете;

– обновление метеорологической информации для запасных аэродромов;

– информация о передаче управления между ПДП, включая статус воздушного судна, которая может включать в себя план полета и информацию о статусе принимающего ПДП (если обмен информацией о передаче управления осуществляется через бортовой ретранслятор).

По ЛПД «вниз» (с борта ДПВС на ПДП) передается следующая информация:

1) информация о статусе полета, включая информацию о работе двигателя, навигационного оборудования, линии СЗ и т. д. При дефиците сенсорной информации, такой, как информация о пространственном положении и движении, информация о пространственном положении играет важную роль. В зависимости от категории управления необходимо оценивать требования к времени транзакции связи и скорости обновления данных.

Статус системы: линия(и) передачи данных, двигатель(и), количество топлива/электроэнергии, гидравлические системы и т. д., статус ретрансляционной сети связи;

2) ситуационная осведомленность:

– навигационный статус, включая местоположение и наличие достаточной информации для мониторинга требований норм вертикального эшелонирования и навигационных спецификаций;

– информация, достаточная для распознавания и интерпретации:

а) аэродромной маркировки;

б) визуальных сигналов;

в) близости земли;

г) экстремальных метеорологических условий, включая турбулентность, обледенение и т. д.;

д) турбулентности в следе;

е) расстояния до облаков (для определения условий полета);

ж) видимости в полете (для определения условий в полете), формирования осведомленности о воздушном движении и, в условиях полета по правилам визуальных полетов, «визуального» эшелонирования и предупреждения столкновений;

3) регистрация данных:

– конкретные требования к регистрации данных будут зависеть от классификации ДПВС;

– линия СЗ должна обеспечивать передачу по ЛПД «вниз» параметров, которые требуется анализировать в наземных системах, при этом ограничения накладываются как на скорость передачи данных, так и на частоту обновления информации;

– некоторые данные необходимо будет хранить в бортовой базе и анализировать только после возвращения БВС.

В состав потоков специальной информации входят:

1) потоки специальной информации, содержащие данные для организации управления между ПДП, включая:

– обмен соответствующей документацией (например, планы полета, летное руководство ДПВС, бортовой журнал, журнал(ы) технического обслуживания);

– обмен информацией между двумя ПДП и ДПВС в целях организации передачи управления между ПДП;

2) потоки ЛПД СЗ для решения задач, не связанных с управлением БВС:

– необходимо согласовать критерии для определения приемлемости и потенциального объема дополнительных данных, приемлемых для линии СЗ.

Для обеспечения безопасности полетов скорость обновления информации, передаваемой по этой линии, должна, как минимум, быть достаточной:

– для управления полетом, включая формирование ситуационной осведомленности;

– для предоставления информации в целях компенсации дефицита входной сенсорной информации пилота (шум, вибрация и т. д.), если она необходима;

– для регистрации данных и обеспечения передачи управления.

Актуальной является передача видеoinформации высокого качества, получаемой от бортовых датчиков. При этом можно выделить две подзадачи, требующие разных подходов: пилотирование БВС по данным бортовых видеокамер и обработка (в том числе апостериорная) полученных фото- и видеоданных. В первом случае требуется обеспечить минимальную задержку передачи видеoinформации при сохранении удовлетворительного качества изображения. Во втором случае важно передать информацию с максимально возможным качеством, при этом ужесточаются требования к скорости ЛПД, но время задержки становится не столь критичным. Так или иначе, общие рекомендации могут быть сведены к выбору видеокамер с

прогрессивной разверткой и квадратными пикселями, современных алгоритмов сжатия видеoinформации. При определении требуемого качества изображения целесообразно опираться на параметры, указанные в стандарте STANAG 4609. В зависимости от решаемой задачи для передачи качественного видео может понадобиться минимальная пропускная способность 5...20 Мбит/с для одного источника сигнала [3].

Требуемое качество передаваемого сообщения (с учетом ошибок, вносимых самим каналом связи) может оцениваться количеством пиксельных артефактов на один кадр. Целесообразно принять допустимый уровень искажений как 1 пиксельный артефакт на передаваемый кадр. При этом вероятность ошибочного распознавания изображения составит $10^{-7} \dots 10^{-6}$.

При возрастании требований к качеству изображений, количеству и объему передаваемой служебной информации, а также частоте обновления данных все острее встает проблема ограничения частотного ресурса. Для решения этой проблемы рекомендуется передавать информацию по нескольким радиолиниям. При этом для решения различных задач могут применяться разные частотные диапазоны, а сами линии могут обладать разными характеристиками: скоростью передачи, полосой пропускания, вероятностью битовой ошибки и т. д.

Проведем анализ линий различного радиуса действия.

Анализ линий дальнего радиуса действия. Системы связи БВС дальнего радиуса действия должны обеспечивать передачу команд на борт и получение данных с борта БВС на удалении в несколько сотен или тысяч километров. Рассмотрим вариант полета в удаленных континентальных районах либо в океаническом районе, где нецелесообразно или невозможно обеспечить линию передачи данных ОВЧ- или УВЧ-диапазонов на дальность прямой радиовидимости. В силу жестких ограничений, накладываемых на массу и габариты бортового комплекса, а также на потребляемую мощность, применение средств декаметрового радиосвязи, по крайней мере на малых и средних БВС, невозможно. В этом случае единственной альтернативой остается применение спутниковых систем связи.

В настоящее время существует несколько региональных спутниковых систем связи, работающих в определенных районах Земли, а также

ряд глобальных систем, чья зона покрытия захватывает практически всю поверхность земного шара. К глобальным системам относят: Inmarsat, Globalstar, Iridium [4].

Система Inmarsat имеет в своем составе 4 спутника (индоокеанский, тихоокеанский, восточно-атлантический, западно-атлантический), находящихся на геостационарных орбитах. Система позволяет передавать данные на скорости до 144 кбит/с, однако требует применения направленных антенн. Если БВС имеет жесткие ограничения по массе бортового оборудования, установка данной системы может быть под вопросом [5].

Спутниковая группировка Globalstar включает в себя 40 аппаратов, находящихся на низких орбитах (1400 км). Принцип работы системы аналогичен принципу работы сотовых сетей связи и обеспечивает преимущественно голосовую связь [6].

Iridium – единственная система гражданской спутниковой связи, которая в настоящее время обеспечивает 100 %-е перекрытие планеты радиосвязным полем. Орбитальная группировка состоит из 66 спутников, находящихся на высоте примерно 780 км. Система обеспечивает передачу данных со скоростью до единиц и десятков мегабит в секунду, при этом антенны и пользовательский терминал не превосходят по размерам и массе мобильного телефона. Сдерживающим фактором в повсеместном внедрении системы Iridium является высокая цена аренды каналов связи [7].

Анализ линий среднего радиуса действия. Данные линии предназначены для непосредственного контроля, управления и связи с беспилотным воздушным судном на дальности прямой радиовидимости. Скорость передачи данных должна быть достаточной для решения поставленных задач, к коим может относиться передача на борт аппарата команд и служебной информации и получение от беспилотного аппарата координатной информации, данных специальной измерительной аппаратуры, фото- и видеоматериалов [1].

Рассмотрим стандарт STANAG 4609, в котором применяются методы связи с частотной модуляцией сигналов GMSK. Этот стандарт реализован в программируемом модеме для тактических систем БАС EnerLinksIII (разработка компании Enerdyne).

На дальности прямой радиовидимости обеспечивается передача видеосигнала в форматах NTSC, PAL и RS170 в частотных диапазонах 1700...1850 МГц (L-диапазон), 2200...2500 МГц (S-диапазон), 4400...4950 МГц (нижний C-диапазон) и

5250...5850 МГц (верхний С-диапазон). Возможна передача видеоданных по ЛПД «вверх» и по ЛПД «вниз». Скорость передачи данных составляет 11 Мбит/с на удалении 75 морских миль (139 км) и 5 Мбит/с на удалении до 100 морских миль (185 км). Планируется нарастить максимальную скорость передачи до 22 Мбит/с (для удаления 75 морских миль) [8].

В настоящее время наземная система комплектуется зеркальной параболической антенной с диаметром 60 см. Антенна может автоматически сопровождать БВС на дальностях прямой радиовидимости. Если аппарат находится близко к наземной станции, то его угловая скорость перемещения может превысить угловую скорость вращения зеркальной антенны. В этом случае применяется всенаправленная антенна. Антенны переключаются автоматически [8].

При скорости передачи данных 10 Мбит/с ширина полосы пропускания ЛПД составит менее 12 МГц по уровню -20 дБ. По уровню -50 дБ ширина полосы пропускания составит 24 МГц. При передаче видеоданных применяется сжатие по стандарту H.264, при этом в режиме NTSC можно передавать изображение с разрешением 560×480 пикселей, а в режиме PAL – 550×576 пикселей. Для передачи видео потребуется канал со скоростью не более 3.5 Мбит/с [8].

Произведенная израильской компанией Elisra система передачи данных Starlink позволяет поддерживать связь с БВС на удалении до 100 км в диапазоне 4400...5850 МГц (С-диапазон). Применяется временное дуплексирование (TDD), при этом ширина частотного канала составляет до 4 МГц. Возможно введение режима скачкообразного изменения частоты.

Разработанная компанией Elisra система ADLS-2 способна работать с пятью малоразмерными БВС одновременно. При этом возможно поступление информации от 24 источников видео- и аудиоданных, бортовых радиолокационных станций с синтезированной апертурой, систем спутниковой навигации и т. д. Для передачи данных по ЛПД «вверх» применяется стандарт DVB-S с модуляцией OFDM-256 (рабочие частоты 11.7...12.5 ГГц, полоса радиоканала по уровню -30 дБ достигает 40 МГц), а в ЛПД «вниз» – методы множественного доступа с частотным и временным разделением. Дальность действия наземной станции при мощности бортового передатчика БВС 50 мВт и интенсивности дождя до 40 мм/ч составляет 50...60 км. Дальность может

быть увеличена до 250 км при соответствующем увеличении мощности бортового передатчика. Предлагается также применять на борту БВС цифровые антенные решетки, что позволит увеличить энергетику канала связи и тем самым обеспечить больший радиус действия аппаратов [8].

В перспективе для взаимодействия с БВС планируется применять радиолинии диапазона 225...400 МГц, при этом максимальная скорость передачи данных составит до 10 Мбит/с. Разработанный компанией L-3 Communications Nova Engineering модем SDR-4000 позволяет обеспечить скорость передачи данных до 23 Мбит/с при ширине полосы пропускания 10 МГц. Для обеспечения взаимодействия с несколькими БПЛА применяются кодированные OFDM-сигналы. Фирма Cobham Surveillance (GMS Products) анонсировала систему связи на основе сигналов DVB-T с модуляцией C-OFDM. В ее решении предлагается применять шестигранную антенную фазированную решетку. Внешний вид антенны представлен на рис. 1, диаграмма направленности в вертикальной плоскости – на рис. 2, а, в горизонтальной плоскости – на рис. 2, б. Система работает на частотах 1.7...1.85 и 1.99...2.5 ГГц. Обеспечивается работа с быстро перемещающимися объектами. Для центральной несущей 2.2 ГГц при наличии 948 поднесущих и модуляции поднесущих методом 16-QAM допустим доплеровский сдвиг до 570 Гц. Это позволяет работать с мобильным объектом, который перемещается со скоростью до 280 км/ч. Каждая из шести панелей антенны работает с сигналами вертикальной поляризации, коэффициент усиления – 12 дБ, диаграмма направленности – 53° по азимуту и 20° по углу места (на уровне -3 дБ) [8].



Рис. 1

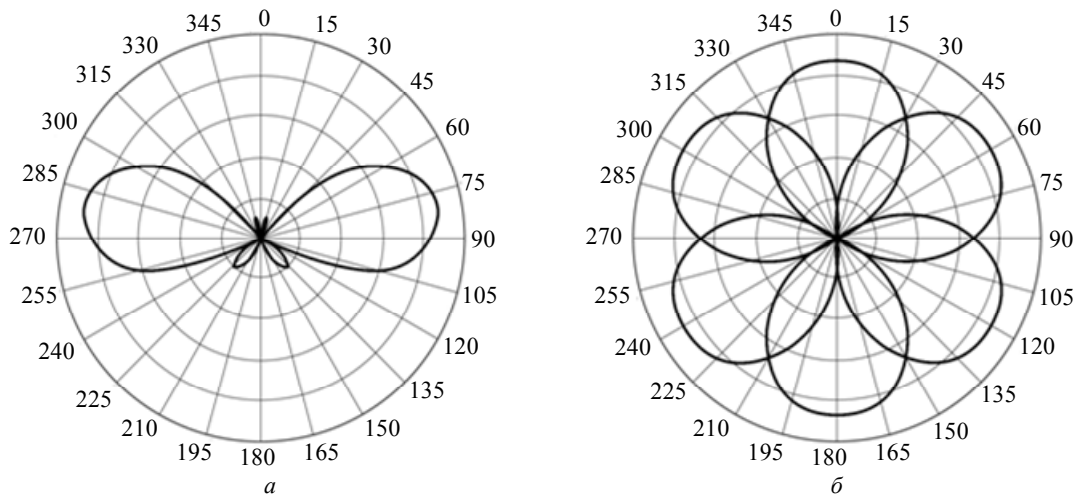


Рис. 2

Компания Aeronix (США) разработала современные решения для двусторонней связи с БВС, при этом работа ведется в стандарте IEEE802.16-2004 (режим WirelessMAN_OFDM). На удалении 75 морских миль обеспечивается скорость передачи данных 12...65 Мбит/с. Модем имеет сравнительно небольшие размеры. Его объем составляет 24 куб. дюйма при массе 360 г. Существует уменьшенная версия модема. Она предназначена для установки на малых БВС. Объем мини-модема составляет всего 10 куб. дюймов при массе около 150 г. Модемы работают на частотах 5.725...5.825 и 4.5...4.8 ГГц. Полоса пропускания канала составляет 17 МГц, шаг сетки частот – 20 МГц. В зависимости от удаления БВС от наземной станции, скорости движения БВС и уровня естественных и искусственных помех могут применяться разные виды амплитудно-фазовой модуляции поднесущих с разными скоростями передачи данных: 6 Мбит/с (BPSK); 15 Мбит/с (QPSK); 22.5 Мбит/с (8-PSK1); 30 Мбит/с (16-QAM или 16-PSK1); 65.5 Мбит/с (64-QAM). Надежная связь обеспечивается при максимальном доплеровском сдвиге частоты, соответствующем скорости перемещения БВС 250 миль/ч [8].

Рассмотренные технологии позволяют сделать вывод о достаточной проработанности данного направления. Передача данных со скоростью в несколько мегабит в секунду (до десятков мегабит в секунду) не представляет серьезной технологической сложности. Передавать данные возможно без изменения режима полета БВС.

Анализ линий ближнего радиуса действия. Этот тип линий связи предназначается для обмена информацией между беспилотными воздушными судами для решения задач мультисенсорно-

го наблюдения, параллельной обработки информации, обеспечения группового полета с малыми расстояниями между аппаратами (так называемый полет стай).

Линии ближнего радиуса действия должны иметь небольшую дальность – до сотен метров, но при этом обеспечивать высокую скорость передачи данных, достаточную для обмена фото- и видеоматериалами высокого качества, а также большими объемами других данных. В качестве примера таких линий можно выделить: IEEE 802.11, Wireless USB, IrDA (InfraRed Data Association). Согласно стандарту IEEE 802.11a скорость передачи данных может составлять до 54 Мбит/с. Для работы выделен диапазон частот в районе 5 ГГц, применяется OFDM. Стандарт 802.11b использует HR-DSSS, рабочий диапазон 2.4 ГГц при скорости передачи до 11 Мбит/с. Стандарт IEEE 802.11g предполагает применение радиочастот 2.4 ГГц, при этом достигается скорость передачи данных до 54 Мбит/с. Данный стандарт обеспечивает обратную совместимость со стандартом 802.11b. Стандарт 802.11n позволяет увеличить скорость передачи данных до 600 Мбит/с. Рабочий диапазон 2.5 или 5 ГГц. Дальность действия IEEE 802.11 зависит от мощности передатчиков и направленных свойств антенн и может достигать нескольких сотен метров. Кроме того, предусмотрен стандарт 802.11y, работающий на частотах 3.65...3.70 ГГц и обеспечивающий скорость до 54 Мбит/с на расстоянии до 5000 м на открытом пространстве [9].

Стандарт Wireless USB был разработан для замены традиционного проводного USB. Стандарт предусматривает передачу данных со скоростью до 480 Мбит/с на расстояние до 3 м и со скоростью до 110 Мбит/с на расстояние до 10 м [10].

Стандарт Bluetooth современных версий (3 и 4) работает в диапазоне 2.5 ГГц и обеспечивает передачу данных со скоростью до 24 Мбит/с на расстояние в несколько десятков метров [11].

IrDA – ряд стандартов, регламентирующих требования к протоколам физического и логического уровней передачи данных, с применением инфракрасного диапазона в качестве среды передачи. Аппаратная реализация представляет собой пару из излучателя и приемника в виде фотодиода. В настоящее время внедряется стандарт Giga-IR, предусматривающий передачу данных со скоростью до 1 Гбит/с (125 Мбайт/с) на расстояние в несколько метров [12], [13].

Рассмотренные стандарты могут быть применены для передачи больших объемов данных между БВС в группе. Передача на сравнительно большое расстояние возможна с применением 802.11y. Большой интерес представляет аппаратура инфракрасного диапазона, не создающая помех в радиоэфире.

В статье были рассмотрены линии передачи данных для обеспечения контроля, управления и связи с беспилотными воздушными судами. Линии передачи данных были разделены на 3 группы: ближнего, среднего и дальнего радиусов действия.

Среди линий ближнего радиуса действия наибольший интерес представляет стандарт IEEE

802.11y, позволяющий передавать данные со скоростью до нескольких десятков мегабит в секунду на удалении в 5 км. Этой скорости достаточно для передачи высококачественных фото- и видеоматериалов в реальном времени. Также интерес представляет технология Giga-IR, которую целесообразно применять при реализации концепции «стаи», т. е. полете большой группы БВС с необходимостью обмениваться большими массивами информации.

В настоящее время аппаратура и стандарты линий среднего уровня являются наиболее разработанными. В статье было рассмотрено несколько радиомодемов, созданных специально для БВС. В целом, можно считать, что в ближайшем будущем для обеспечения передачи данных со скоростью до нескольких десятков мегабит в секунду на дальность прямой радиовидимости будут использоваться средства УВЧ-диапазона.

Для обеспечения связи с БВС, находящимся на удалении в сотни и тысячи километров от станции внешнего пилота, в настоящее время возможно применять только спутниковые средства связи: Inmarsat, Globalstar, Iridium и др. Они обеспечивают приемлемые скорости передачи данных для обмена служебной информацией и командами. В настоящее время ведутся поиски альтернативных линий передачи данных для обеспечения связи на большом удалении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беспилотные авиационные системы / С. А. Кудряков, В. Р. Ткачев, Г. В. Трубников, В. И. Кисличенко. СПб.: Свое издательство, 2015. 121 с.
2. Руководство по дистанционно пилотируемым авиационным системам (ДПАС). URL: http://aviadocs.com/icaodocs/Docs/10019_cons_ru.pdf (дата обращения 19.06.2018).
3. Слюсар В. В. Передача данных с борта БПЛА // Электроника: Наука, Технология, Бизнес. 2010. № 3. С. 80–86.
4. Радиотехническое обеспечение полетов воздушных судов и авиационная электросвязь / С. А. Кудряков, В. К. Кульчицкий, Н. В. Поваренкин и др.; под ред. С. А. Кудрякова. СПб.: Свое издательство, 2016. 287 с.
5. Inmarsat Aviation. URL: <http://www.inmarsat.com/aviation> (дата обращения 19.07.2018).
6. Globalstar Products. URL: <http://eu.globalstar.com/en/index.php?cid=1320> (дата обращения 19.06.2018).
7. Iridium Aviation Solutions. URL: <https://www.iridium.com/solutions/aviation> (дата обращения 20.06.2018).
8. Слюсар В. В. Радиополучение связи с БПЛА. Примеры реализации // Электроника: Наука, Технология, Бизнес. 2010. № 5. С. 56–60.
9. Рошан П., Лиэри Д. Основы построения беспроводных локальных сетей стандарта 802.11. Руководство Cisco. М.: Вильямс, 2004. 304 с.
10. Challenges of Migrating to Wireless USB // Ellisys. URL: https://www.ellisys.com/technology/usb_to_wireless.php. (дата обращения 20.06.2018).
11. Bluetooth specifications // Bluetooth. URL: <https://www.bluetooth.com/specifications> (дата обращения 20.06.2018).
12. IrDA Announced New Infrared Wireless Communication // Market Wired. URL: <http://www.marketwired.com/press-release/irda-announced-new-infrared-wireless-communication-1-gigabit-s-speed-as-part-their-international-1233171.htm> (дата обращения 22.06.2018).
13. Wireless data at top speed // Fraunhofer-Gesellschaft. URL: <https://www.fraunhofer.de/en/press/research-news/2012/october/wireless-data-at-top-speed.html> (дата обращения 22.06.2018).

S. A. Kudryakov, E. A. Rubtsov
Saint Petersburg state University of civil aviation

S. A. Belyaev, A. V. Ekalo
Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI»

Yu. B. Ostapchenko
REC ETU SEC JSC

ANALYSIS OF DIFFERENT RANGE DATA LINKS FOR COMMAND, CONTROL AND COMMUNICATIONS WITH UNMANNED AIRCRAFT

The article analyzes data links providing command, control and communication with unmanned aircraft. Three types of links are considered: long, medium and short range. For the provision of long-range radio communication with the unmanned aircraft only satellite links are currently available. To provide medium-range links (for the range of direct radio visibility), it is recommended to use UHF and VHF bands that allow data transmitting at a high speed and exchange information with fast moving unmanned aircraft. At present, a large number of means of these ranges have been developed, both for military and civilian objectives. Short-range links are used to exchange information between the unmanned aircraft and the remote pilot station, as well as to exchange information between unmanned aircrafts. This type of links assumes high transmission speed: from tens of megabits to gigabits per second and allows to exchange photos and video information in real time. In addition to radio links, for short-range communications it is advisable to use infrared systems which do not interfere with radio.

Flight safety, unmanned aircraft, command, control, communication, data link

УДК 004.042

Н. Н. Попов, В. М. Абрамов, Л. В. Александрова, В. Г. Бурлов
Российский государственный гидрометеорологический университет

В. В. Романцев
Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)

Г. Н. Ткаченко
АО «НИЦ СПб ЭТУ»

А. Н. Попова
ФГБОУ ВО «ГУМРФ им. адмирала С. О. Макарова»

Инновационные технологии геоинформационного обеспечения картирования площадных объектов в Арктике с использованием неконтактных методов

В труднодоступных районах Арктики важной задачей является картирование различных площадных объектов с их последующей классификацией. Примером является задача картографического отображения полей морского льда различного возраста в интересах оперативного геоинформационного обеспечения навигации по Северному морскому пути. Описываемое картирование в Арктике целесообразно осуществлять с помощью неконтактных методов, включая дистанционное зондирование Земли. Рассматриваются основные источники неконтактных данных – спутниковые системы Sentinel-1, Landsat7, Landsat8 и Modis. Описываются особенности их применения и накладываемые ограничения. В качестве основного источника данных была выбрана спутниковая система Sentinel-1, способная проводить зондирование подстилающей поверхности при любом освещении и погоде, что особенно актуально при наблюдении в течение полярной ночи или в условиях облачности. В качестве дополнения рассматривались системы Landsat7, Landsat8 и Modis, данные которых способны заполнить недостающие временные участки единой цепи, обеспечив непрерывность наблюдения за акваторией. Приводится анализ баз данных указанных систем.

Геоинформационное обеспечение, дистанционное зондирование Земли, Landsat, Sentinel

В составе функционала геоинформационного менеджмента сложных, пространственно-распределенных территориальных систем [1] в труднодоступных районах Арктической зоны Российской Федерации
