

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 621.396.93:619.734/.735

Аксененко Артемий Анатольевич

Методы построения радиолинии системы управления современным
беспилотным авиакomплексом

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра техники и технологии
по специальности 1-39 81 03 «Информационные радиотехнологии»

Научный руководитель

Титович Николай Алексеевич

Кандидат технических наук, доцент

Минск 2020

КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время наблюдается большой интерес к комплексам воздушного наблюдения и мониторинга природной среды и технических объектов с использованием малогабаритных беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Эффективность их применения в значительной мере зависит от характеристик устройств радиосвязи БПЛА и наземного пункта управления (НПУ). Поэтому актуальной задачей является оптимизация радиолиний управления и передачи данных, т. к. она способствует увеличению дальности связи и повышению качества передачи информации. Для решения данной задачи необходимо исследование характеристик радиоканала связи с БПЛА.

Изменение параметров работы систем связи с БПЛА, вызванное изменением взаимного расположения ЛА и НПУ и влиянием среды распространения сигнала, приводит к необходимости адаптивного изменения основных параметров системы (вид модуляции, кодирование, скорость передачи данных и др.) в зависимости от условий прохождения сигнала, которое позволяет более эффективно использовать энергетический ресурс канала связи и многократно повышать эффективность работы системы. Дальность связи БПЛА зависит от многих факторов, в том числе высоты ЛА, мощности передатчика ЛА, чувствительности приемника НПУ, типов антенн на борту ЛА и на НПУ, вида модуляции и др. Для увеличения дальности действия малоразмерных БПЛА необходимо использование энергетически выгодных видов модуляции и наземной антенны с высоким коэффициентом усиления. В некоторых случаях для обеспечения устойчивой связи с удаленным БПЛА нужно использовать другой БПЛА в качестве ретранслятора сигнала. Для передачи данных (фотоснимков, видеоизображений) с БПЛА на наземный пункт управления в реальном времени требуется большая скорость передачи. Одним из наиболее эффективных подходов к повышению скорости передачи данных с борта БПЛА является применение модуляции OFDM.

Линия радиосвязи летательного аппарата (ЛА) и наземного пункта управления обеспечивает в общем случае двухсторонний обмен информацией между бортовой и наземной аппаратурой. Основными задачами, решаемыми указанной линией связи, являются: в направлении НПУ-ЛА – передача командной информации для осуществления управления полетом ЛА и работой целевого бортового оборудования; в направлении ЛА-НПУ – передача телеметрической информации, передача информации, полученной с помощью целевого оборудования (фотоснимки, ТВ изображения и др.). Радиолинии НПУ-ЛА и ЛА-НПУ существенно различаются по пропускной способности: Радиолиния НПУ-ЛА представляет собой узкополосный канал связи. Управление, вычислительная техника и информационные технологии, т.к. объем передаваемой информации, даже за полное время полета ЛА и работы его оборудования, невелик. Необходимая скорость передачи информации в этом канале в любом случае не превышает нескольких десятков Кбит/сек. Радиолиния ЛА-НПУ должна иметь, как правило, значительно большую пропускную способность. Конкретное значение требуемой скорости передачи в значительной мере определяется назначением конкретного аппарата и показателями установленного на нем целевого оборудования.

В системах связи с БПЛА командные и телеметрические данные с высоким приоритетом, а данные полезной нагрузки (видеокамеры, фотокамеры) доставляются на наземную станцию для дальнейшей обработки и использования, поэтому с низким приоритетом. Передача команд управления ведется с наземного пункта управления, а передача телеметрических данных со стороны БПЛА. Требования к передаче командно-телеметрических данных на большие расстояния диктуются необходимостью постоянного контроля ЛА и необходимостью корректировать параметры полета в процессе выполнения летного задания.

Задача работы: Разработка методов повышения надежности радиолиний системы управления современным беспилотным авиакomплексом.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы магистерской диссертации

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) получают все большее распространение в различных областях народного хозяйства и в военной технике. С ростом их числа все актуальнее становится задача обеспечения надежности управления БПЛА. В условиях ухудшения помеховой обстановки требования к радиоканалу связи значительно возросли. Именно поэтому все более актуальными становятся исследования, посвященные повышению качества радиолиний управления БПЛА, помехоустойчивости, надежности бортовых элементов систем связи.

Цель работы: Разработка методов повышения надежности радиолиний системы управления современным беспилотным авиакомплексом.

Задачи исследования:

1. Анализ задач, стоящих перед современными беспилотными авиакомплексами.
2. Обоснование состава необходимого бортового оборудования БПЛА и алгоритма управления им.
3. Анализ схем построения радиоканала управления БПЛА. Оптимизация радиоканала связи.
4. Анализ эффективности различных радиосигналов для повышения надежности канала связи с БПЛА.
5. Моделирование канала связи с БПЛА в условиях воздействия помех.
6. Повышение качества функционирования бортовых элементов радиолинии связи. Анализ методов повышения надежности и функциональности антенных систем.

Объект исследования: Беспилотный авиакомплекс.

Предмет исследования: Радиолиния управления БПЛА.

Личный вклад соискателя

Личный вклад автора состоит в непосредственном участии в проведении всех расчетов, участии в обсуждении полученных результатов, подготовке научной статьи по тематике диссертационной работы, а также в написании докладов и участии на конференциях. Совместно с научным руководителем определены структура, цели и задачи исследования, обобщены основные

научные результаты. Также осуществлялась подготовка и проведение исследований, обсуждались полученные результаты.

Апробация результатов диссертации

Основные теоретические результаты и законченные этапы диссертационной работы были доложены: на 54-ой научной конференции студентов, магистрантов, аспирантов в БГУИР (апрель 2018); на 55-ой юбилейной научной конференции студентов, магистрантов, аспирантов в БГУИР (апрель 2019);

Публикации

По материалам диссертации опубликовано и подготовлено к опубликованию 2 работы. Из них: 2 тезиса докладов на конференциях.

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованных источников, графического материала и приложения. Общий объем магистерской диссертации составляет 86 страниц, включая иллюстраций и библиографический список из 69 наименований.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе проведен детальный анализ литературных источников. Производится анализ задач, стоящих перед беспилотным летательным аппаратом. Также производится анализ необходимого бортового оборудования и алгоритм его работы.

Во второй главе производится анализ способов построения каналов управления и необходимые требования к нему.

В третьей главе рассматриваются способы повышения надежности канала связи с беспилотным летательным аппаратом. Производится расчет бюджета канала связи, выбор модуляции и оценка влияния изменения расстояния до беспилотного летательного аппарата от наземного пункта управления.

В четвертой главе рассматривается пакет программ Matlab. В его состав входит Simulink, который использован для моделирования каналов связи. Проведено сравнение эффективностей разных видов модуляций. Получены графики.

В пятой главе рассмотрены способы улучшения бортового оборудования. Также рассмотрены способы улучшения антенн.

В заключении кратко изложены основные результаты магистерской диссертации, приведены результаты моделирования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках проведения научных исследований по теме магистерской диссертации получены следующие основные результаты.

В работе исследована помехоустойчивость различных видов модуляций.

Исследования проводились в программе Simulink. Были собраны модели различных каналов связи. Произведено сравнение QPSK, BPSK, QAM16 модуляций.

Так же были рассмотрены методы повышения качества бортовых элементов и антенн. Были изучены алгоритмы работы бортовых элементов.

Библиотека БГУИР

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ АВТОРА

Статьи в сборниках материалов научных конференций

Аксененко А. А. Особенности формирования радиосигнала для управления беспилотным летательным аппаратом/ Аксененко А. А. 55-я юбилейная конференция аспирантов, магистрантов и студентов учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», 22-26 апреля 2019 г., БГУИР, Минск, Беларусь: тезисы докладов. – Мн. – 2019. – XXX с.; ил.

Аксененко А.А. Самолетный ответчик Garmingtx 330/ Аксененко А.А.// 54-я конференция аспирантов, магистрантов и студентов учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», 23-27 апреля 2018 г., БГУИР, Минск, Беларусь: тезисы докладов. – Мн. – 2019. – XXX с.; ил.