

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Факультет среднего профессионального образования

Учебно-методическая документация по освоению дисциплины

ПМ.03 Дистанционное пилотирование беспилотных воздушных судов смешанного типа

МДК.03.01 Дистанционное пилотирование беспилотных авиационных систем

Специальность 25.02.08 Эксплуатация беспилотных авиационных систем

Форма обучения очная

Оренбург, 2024 г.

Раздел 1. Эксплуатация беспилотных авиационных систем с воздушными судами смешанного типа

Лекция №1 (14 часов)

Тема 1.1: «Подготовка беспилотных авиационных систем смешанного типа к эксплуатации»

1. Вопросы Лекции

- 1.1 История автономных полетов
- 1.2 Технологии БПЛА
- 1.3 Виды БПЛА
- 1.4 Общие сведения о БПЛА

История автономных полетов

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА).

“Беспилотный летательный аппарат или воздушное судно, управляемое дистанционно либо при помощи бортового компьютера”.

История автономных полетов

Считается, что наибольший вклад в появление БПЛА внесли такие технологические явления, как радиоуправляемые модели, интегральные микросхемы (микросхемы), GPS, интернет и смартфоны.

Радиоуправляемые модели самолетов

В 1937 году Росс Халл (Ross Hull) и Клинтон ДеСото (Clinton DeSoto), служащие из Национальной ассоциации любительской радиосвязи США (American Radio Relay League, ARRL), впервые публично продемонстрировали радиоуправляемый полет. Летом и осенью 1937 года они разработали и построили планер с 4 метровым крылом, совершив более сотни успешных радиоуправляемых полетов в Хатфорде, штат Коннектикут.

Пришествие Микросхем

Летом 1958 года Джек Килби (Jack Kilby) – новый сотрудник компании Texas Instruments и в то же время молодой изобретатель – совершил революцию в электронной промышленности представив свою интегральную схему. Этот предшественник микросхем состоял из транзистора и нескольких других компонентов, размещенных на кусочке германия размерами 11*1.6 мм. Зная, что множество электронных компонентов, таких как резисторы и конденсаторы, можно изготовить из того же материала, и транзисторы, Килби пришел к выводу, что все они могут быть изготовлены в виде законченной схемы. Многие устройства, которыми мы сейчас пользуемся, были бы невозможны без простенькой микросхемы Килби.

Технология БПЛА

В определенный момент авиамодельная аппаратура достигла предела возможностей, обусловленного конструкцией оборудования, свойствами радиосигнала и кодоимпульсной передачи информации. Для выхода за эти рамки потребовались новые решения в области менее очевидных технологий, позволяющие реализовать интеллектуальное управление.

GPS

«Система глобального позиционирования (Global Positioning System, GPS) – это принадлежащая США система, которая предоставляет потребителям услугу навигации, позиционирования и определения времени. Эта система состоит из трех сегментов: космический сегмент, сегмент управления и сегмент потребителей. ВВС США разрабатывают, обслуживают и контролируют космический сегмент и сегмент управления».

36 спутников системы непрерывно передают потребителям на земле поток информации, состоящий из географических данных и кода времени. Любое устройство, оснащенное GPS – приемником, может использовать данные от четырех спутников для вычисления своего положения в пространстве относительно этих спутников.

«Современные миниатюрные приемники, применяемые в авиамоделизме, могут обрабатывать сигналы от семи спутников одновременно».

Интернет

Влияние сети Интернет сложно переоценить, ведь благодаря ей стало возможным существование: онлайн магазинов, социальных сетей и форумов, а главное позволила людям общаться, учиться и делать покупки по всему миру. Этим интернет повлиял на развитие многих сфер нашей жизни, в том числе и на развитие БПЛА.

Смартфон

Поскольку размеры процессоров и сенсоров невероятно уменьшились, было лишь вопросом времени придумать, как использовать смартфон внутри авиамодели. Когда вы перемещаете или поворачиваете смартфон, его интерфейс меняет ориентацию на экране. Эти же датчики положения стоят в современных БПЛА.

ГЛОНАСС (Российская спутниковая система навигации)

Глобальная навигационная спутниковая система — российская спутниковая система навигации, одна из двух полностью функционирующих на сегодня систем глобальной спутниковой навигации.

Система ГЛОНАСС, имевшая изначально военное предназначение, была запущена одновременно с системой предупреждения о ракетном нападении (СПРН) в 1982 году для оперативного навигационно-временного обеспечения неограниченного числа пользователей наземного, морского, воздушного и космического базирования, например, пассивных метеорологических типа РАЗК «Положение-2». Дополнительно система транслирует гражданские сигналы, доступные в любой точке земного шара, предоставляя навигационные услуги на безвозмездной основе и без ограничений.

Основой системы являются 24 спутника, движущихся над поверхностью Земли в трёх орбитальных плоскостях с наклоном орбитальных плоскостей $64,8^\circ$ и высотой орбит 19 100 км. Принцип измерения аналогичен американской системе навигации NAVSTAR GPS. Основное отличие от системы GPS в том, что спутники ГЛОНАСС в своём орбитальном движении не имеют резонанса (синхронности) с вращением Земли, что обеспечивает им большую стабильность. Таким образом, группировка космических аппаратов космических аппаратов ГЛОНАСС не требует дополнительных корректировок в течение всего срока активного существования. Тем не менее, срок службы спутников ГЛОНАСС заметно короче.

Развитием проекта ГЛОНАСС занимается «Роскосмос», АО

«Информационные спутниковые системы имени академика М. Ф. Решетнёва» и АО «Российские космические системы». Для обеспечения коммерциализации и массового внедрения технологий ГЛОНАСС в России и за рубежом постановлением Правительства РФ в июле 2009 года был создан

«Федеральный сетевой оператор в сфере навигационной деятельности», функции которого были возложены на ПАО «Навигационно-информационные системы». В 2012 году федеральным сетевым оператором в сфере навигационной деятельности было определено некоммерческое партнёрство

«Содействие развитию и использованию навигационных технологий».

Принципы полета

Есть несколько сил, возникающих в полете:

- ☐ Тяга;
- ☐ Лобовое сопротивление;
- ☐ Подъемная сила;
- ☐ Вес.

Когда мы говорим о понятии сила, мы подразумеваем простейшее толкающее или тянущее воздействие. Если эти воздействия сбалансированы — сила, действующая в одном направлении равна силе, действующей в противоположном направлении — объект неподвижен. Если силы не сбалансированы, объект ускоряется в направлении большей силы.

Тяга.

Тяга — это механическая сила, которая перемещает БПЛА в воздухе. Движение может быть следствием работы двигателей, пропеллеров, ракетных ускорителей, мускульной силы

(в случае птиц) либо некой иной двигательной установки. Если тяга больше, чем лобовое сопротивление, скорость самолета увеличивается.

Лобовое сопротивление

Любой объект, движущийся с произвольной скоростью, будет испытывать некоторое лобовое сопротивление, увеличивающиеся с ростом скорости. Вот почему самолеты, спортивные машины, локомотивы имеют обтекаемую форму – это позволяет воздуху свободнее обтекать движущийся объект, уменьшая лобовое сопротивление и повышая эффективность.

Подъемная сила

Подъемная сила, противодействующая весу, – это аэродинамическая сила, которая удерживает летательный аппарат в воздухе. В случае с крылатыми аппаратами, подъемная сила возникает при обтекании воздухом объемного профиля крыла. Воздух, обтекающий верхнюю часть, крыла, движется быстрее (более разряжен), отчего над крылом образуется зона низкого давления. Под крылом воздух движется медленнее, образуя зону высокого давления. Благодаря разнице давлений возникает подъемная сила, направленная снизу вверх и удерживающая самолет в воздухе. Для зависания в воздухе или горизонтального полета подъемная сила должна быть равна весу; для набора высоты подъемная сила должна превышать вес.

Вес или гравитация

Вес – это сила, действующая на объект по причине наличия *гравитации*. Объект, который летает или завис в воздухе, находится в состоянии непрерывного баланса сил, преодолевая гравитацию. Гравитация неумолима – даже краткосрочная потеря подъемной силы приводит к моментальному падению летательного аппарата.

Беспилотный летательный аппарат

Беспилотный летательный аппарат – летательный аппарат без пилота и экипажа на борту.

Управление осуществляется 3 способами:

По радиоканалу с пульта управления.

1. Программируется полетный контроллер и аппарат летит автономно.
2. Комбинированный - сочетание двух этих способов. Виды беспилотных летательных аппаратов.

Мы разделили БПЛА на две подгруппы: по назначению и по конструкции, но также на практике встречается и дополнительная классификация –

☐ **по массе:** микро-БПЛА массой менее 5 кг, мини – до 200-345 кг, миди – менее 2000 кг и макси – более 2000 кг;

☐ **по продолжительности нахождения в воздухе:**

☐ БПЛА с длительностью полета менее 1, 3, 6, 12 ч, до 24 ч и более;

☐ **по высоте полета:** БПЛА с практическим потолком до 1, 3, 9-12, а также более 20 км;

Назначение БПЛА:

- ☐ Аэрофотосъемка;
- ☐ Картография и топографическая съемка;
- ☐ Точное земледелие;
- ☐ Поисково-спасательные работы;
- ☐ Обследование инфраструктуры;
- ☐ Экологический мониторинг территорий.

Аэрофотосъемка

Желание создать фотографию с уникальным содержанием, перспективой – это сильный мотиватор, который многих привел в мир беспилотных летательных аппаратов. Легкие и надежные экшен-камеры играют ключевую роль в популяризации маленьких БПЛА. Возможность осматривать большие площади и получать четкое представление об окружающей среде привела БПЛА в киноиндустрию, спортивные трансляции и журналистику.

Картографирование и топографическая съемка

БПЛА зарекомендовали себя как эффективный инструмент, совершивший революцию в области геоинформационных систем. Бортное оборудование БПЛА может собирать разнообразные данные, используя камеры и датчики в сочетании с наземными геопривязанными маркерами, эти устройства позволяют создавать чрезвычайно точные цифровые карты с разрешением до 5 см на пиксель.

Точное земледелие

Новые технологии хорошо подходят для потребностей растущего населения в продуктах питания. В одних лишь Соединенных Штатах найдется около 2,2 млн фермерских хозяйств, для которых технология малых БПЛА будет чрезвычайно выгодна.

Существует две основные области применения, в которых БПЛА могут помочь фермерам. Прежде всего, это картографирование, в котором обычно применяются небольшие беспилотные самолеты с фиксированным крылом. Им требуется меньше энергии, чтобы долго находиться в воздухе. Объединяя данные с инфракрасных датчиков и накладывая их на файлы изображения, фермеры могут очертить границы полей, оценить состояние здоровья плантаций, идентифицировать больные растения и сорняки, измерить урожайность и степень увлажнения почвы. Весь этот массив информации затем анализируется для принятия оптимальных агротехнических решений. Для каждого поля может быть составлена индивидуальная пропись внесения удобрений и пестицидов. Это вторая область применения БПЛА. Вертолеты или мультикоптеры могут нести полезную нагрузку для распыления различных веществ на растения ряд за рядом, строго туда, куда нужно.

Поисково-спасательные работы

БПЛА много раз помогали успешном розыске потерявшихся людей, будь то стихийное бедствие, похищение или обычная потеря ориентиров. БПЛА, оснащенные камерой высокого разрешения или инфракрасным сенсором, может обследовать сотни квадратных километров буквально за минуты. Чтобы охватить такое же пространство наземными силами, потребуются сотни волонтеров или несколько дней поисков. Начальный период с момента первого сообщения об исчезновении человека критически важен, и ранняя мобилизация всех доступных ресурсов позволяет сделать всевозможное, чтобы найти его живым.

Обследование инфраструктуры

Износ инфраструктуры и воздействие экстремальных погодных условий могут оказать разрушительное действие на объекты транспорта, коммуникаций и энергетики. Инспектирование объектов этих отраслей – вот где маленькие БПЛА демонстрируют множество преимуществ перед обычными пилотируемыми летательными аппаратами. БПЛА могут приближаться вплотную и проникать в труднодоступные места. Другое очевидное преимущество – безопасность. Подумайте о рабочих, которые должны карабкаться на высотные объекты либо использовать подъемники или краны, чтобы подняться снаружи на огромные мосты или небоскребы. Эти устаревшие методы просто опасны, занимают много времени и затратны. По цене одного пилотируемого полета компания может приобрести и использовать полную систему для аэрофотосъемки.

Удерживая БПЛА в точных координатах GPS, плюс возможность вращать бортовую камеру по трем осям, позволяют операторам достичь невероятно наглядного изображения любого участка объекта, который технические специалисты хотели бы рассмотреть в деталях.

Экология

Биологи и климатологи в своих усилиях по сохранению нашей планеты и ее обитателей сталкиваются с различными трудными задачами. Они должны охватывать обширные и труднодоступные местности. Планирование экспедиций дорого, трудоемко и отнимает много времени. Экологи гибнут, сталкиваясь с вооруженными браконьерами. За минувшие годы многие погибли, выполняя наблюдения в легкомоторных самолетах на предельно малой высоте полет. Имея столь насущные проблемы, ученые приветствовали выгоды от применения малых БПЛА, позволяющих эффективно вести работу. Скорость, безопасность, эконо-

мья времени и средств – это великолепно. Однако наибольшую выгоду можно извлечь из огромного количества данных в виде изображений высокого разрешения и показаний датчиков, которые раньше не применялись.

Военные

В военной области БПЛА используются главным образом для целей разведки, наблюдения или целеуказания оружия, хотя в концептуальном плане просматриваются различные варианты целевого применения, в том числе в качестве ударных средств.

В ходе Второй карабахской войны (2020) азербайджанской стороной активно использовались дроны класса MALE («средневысотный с большой продолжительностью полёта») и барражирующие боеприпасы — то есть дроны-камикадзе. Дроны-камикадзе стоимостью менее миллиона долларов могут уничтожить новейший танк или ракетный комплекс, стоимость которого гораздо больше, чем стоимость самого дрона.

Доставка

Способ доставки, при котором транспортировка еды, медикаментов и других товаров осуществляется с помощью БПЛА коммерческого назначения.

Большинство предлагаемых решений на данный момент заключается в использовании коптера с шестью и более пропеллерами. Доставочный контейнер помещается в отсек в нижней части БПЛА или крепится непосредственно к самому летательному аппарату. Клиент получает посылку, забирая её из отсека, спустившегося на землю дрона или отсоединяют веревки спускового механизма.

Спортивные

Класс F-1 "Свободнолетающие модели"

Свободнолетающими называются модели, никак не связанные с человеком после начала самостоятельного полета.

Класс F-2 "Кордовые модели"

Кордовыми (от французского слова корд - веревка) называются модели, связанные с человеком двумя крепкими нитями, по которым передается управление от пилота к модели. Летают такие модели по кругу или полусфере, центром которой является пилот с ручкой управления в руках.

Класс F-3 "Радиоуправляемые модели"

Радиоуправляемыми называются модели, управление которыми происходит через радиоволны. Пилот через специальный передатчик подает команды приемнику на модели и управляет всеми рулями и механизмами самолета.

Класс F-4 "Модели - копии"

Модели представляют собой уменьшенные копии настоящих летательных аппаратов тяжелее воздуха, управляемых людьми. Масштабная авиамодель – это малоразмерная копия полноразмерного пилотируемого летательного аппарата тяжелее воздуха.

Класс F-5 "Модели с электродвигателем"

Класс соревнований F5 является абсолютно идентичным классу F3, за исключением того факта, что все модели, принимающие участие в соревнованиях, должны иметь электродвигатель вместо двигателя внутреннего сгорания.

Класс S "Модели ракет"

Модель ракеты — это модель, поднимающаяся в воздух без использования аэродинамических подъемных сил для преодоления силы тяжести, приводимая в движение с помощью ракетного двигателя (-ей) и включающая в себя устройства для безопасного возвращения на землю в состоянии, позволяющем ее повторное использование. Модели ракет изготавливаются в основном из неметаллических материалов и подразделяются на двенадцать категорий.

По конструкции

- ☐ БПЛА самолетного типа
- ☐ Привязные БПЛА

- ☐ БПЛА вертолетного типа
- ☐ Конвертопланы
- ☐ Радиоуправляемые планеры
- ☐ Мультикоптеры

БПЛА самолетного типа

Этот тип аппаратов известен также как БПЛА с жестким крылом. Подъемная сила у этих аппаратов создается аэродинамическим способом за счет потока воздуха, набегающего на неподвижное крыло. Аппараты такого типа, как правило, отличаются большой длительностью полета, большой максимальной высотой полета и высокой скоростью.

Существует большое разнообразие подтипов БПЛА самолетного типа, различающихся по форме крыла и фюзеляжа. Практически все схемы компоновки самолета и типы фюзеляжей, которые встречаются в пилотируемой авиации, применимы и в беспилотной.

АС-32-10

Самолет АС-32-10 имеет размах крыла 3.05 м, максимальный вес 13.5 кг, в зависимости от полезной нагрузки.

Может находиться в воздухе до 4 часов на одном заряде аккумуляторов. Большим преимуществом данного борта является возможность запуска с эластичной катапульты, это значительно сокращает время запуска. БПЛА АС-32-10 обладает системой отцепа консолей крыла при жесткой посадке. Специальная система крепления крыла к центроплану позволяет ему самостоятельно отделяться в случае жесткой посадки, снижая энергию удара, тем самым сохраняя самолет и оборудование на нем.

Корпус БПЛА АС-32-10 выполнен из многослойного композитного материала, обладающего высокой прочностью и упругостью. Эти качества значительно продлевают срок службы планера и позволяют оперативно ремонтировать и заменять поврежденные детали. При заходе на посадку БПЛА выполняет фигуру «горка», уменьшая свою горизонтальную скорость почти до полной остановки, что препятствует рывку при выпуске парашюта. Малый вес БПЛА обеспечивает плавный спуск, что защищает целевую нагрузку от повреждений при приземлении БПЛА.

Применение

Новейшая система креплений позволяет сократить время разворачивания комплекса до 5-10 минут. Данная модель отлично подходит для мобильного мониторинга, линейной съемки, как для небольших, так и для крупных объектов.

Сфера применения аппаратуры – широка. Благодаря заявленным техническим характеристикам и компактным размерам БПЛА пригодится во время аэро и фотонаблюдения, видеосъемки, наблюдения за объектами, частичными территориями, сельскохозяйственными угодьями. Использование аппаратуры сократит время на наблюдение, мониторинг, сбор информации, обработку и анализ данных. Современная конструкция и использование современных прочных материалов позволили приспособлению работать в следующих условиях:

- ☐ При температуре от -40 до +40 градусов.
- ☐ При ветре, который достигает 16 м/с.
- ☐ Во время умеренного дождя и снегопадов.

Во время полета следите за тем, чтобы оборудование не пересекало отметки в 90 км. Этот показатель – максимальный радиус действий видеоканала и радиолинии.

Летно-технические характеристики:

Время полета, ч	4
Скорость полета, км/ч	65 ÷ 140
Двигатель	1 электродвигатель
Компоновка двигателя	тянущий

Максимальный радиус действия радиолинии, км	90
Максимальный радиус действия видеоканала, км	90
Максимальная дальность полета, км	240
Взлетный вес, кг	10,5 ÷ 13,5
Полезная нагрузка, кг	до 1,5
Размах крыла летательного аппарата, м	3,05
Рабочая высота полета, м	50 ÷ 7000
Время разворачивания комплекса, мин	10
Взлет	эластичная катапульта
Посадка	парашют

БПЛА вертолетного типа

Летательные аппараты данного типа имеют один или несколько винтов и представляют собой классический вертолет.

Подъемная сила у аппаратов этого типа также создается аэродинамически, но не за счет крыльев, а за счет вращающихся лопастей несущего винта (винтов). Крылья либо отсутствуют вовсе, либо играют вспомогательную роль. Очевидными преимуществами БПЛА вертолетного типа являются способность зависания в точке и высокая маневренность, поэтому их часто используют в качестве воздушных роботов. К недостаткам относится все же малое время работы.

AirScooter G70/E70

БПЛА вертолетного типа G70 и E70 разработаны американской корпорацией «ЭрСкутер» (AirScooter) и предназначены для использования в военных и гражданских целях. E70 с электрическим двигателем разработан на базе G70.

Вертолет относится к мини-классу

Конструкция

Вертолет соосной схемы с одним двигателем и ползковым шасси. На G70 установлен поршневой двигатель, на E70 – электрический двигатель.

Летно-технические характеристики:

Размеры, м:	G70	E70
Диаметр несущего винта	1,77	1,77
Высота вертолета	1,14	0,99
Двигатель:	1 ПД	1 электродвигатель
Объем двигателя, см ³	86	-
Максимальная мощность, кВт/ л.с	4,8/6,5	3,5 кВт
Массы и нагрузки, кг:		
Полная тяга винта (на уровне моря)	31,7	21,7
Масса пустого вертолета	14,5	13,6
Максимальный запас топлива, л	1,9	-
Летные данные (на уровне моря):		

Максимальная скорость, км/ч	80	64
Продолжительность полета, ч	0,75	0,15

Allied Aerospace "iStar"

Семейство БПЛА «iStar» - различной весовой категории с 1999 г. разрабатывается американской корпорацией «Allied Aerospace» по схеме

«винт в кольцевом канале». Самый большой аппарат семейства имеет диаметр 0,74 м. БПЛА участвует в программе OAV-II, предусматривающей создание легких разведывательных БПЛА ВВП для армии США.

Конструкция

Вертикально взлетающий летательный аппарат с винтом в кольцевом канале и одним ПД.

Летно-технические характеристики:

Размеры, м:	
Диаметр аппарата	0,74
Высота аппарата	-
Двигатель:	1 ПД
Максимальная мощность, кВт/л.с	-
Массы и нагрузки, кг:	
Максимальная взлетная масса	~30
Масса пустого вертолета	9
Запас топлива	5,45
Летные данные:	
Максимальная скорость, км/ч	-
Продолжительность полета, ч	1,6

Sikorsky Aircraft Corporation Cypher II

Разрабатывается фирмой Sikorsky Aircraft Corporation с 1999 г., является дальнейшим развитием БПЛА Cypher. Предназначен для разведки, воздушного наблюдения и целеуказания средствам поражения. В 1999 г. фирма получила контракт на постройку БПЛА «Cypher II» для войсковых испытаний в частях морской пехоты США. В этом аппарате также заинтересована армия США; он включен в комплексную программу разработки перспективной боевой системы FCS. Эта программа, в частности, предусматривает создание вертикально взлетающего БПЛА для обеспечения командования сухопутных войск информацией об обстановке на поле боя в реальном масштабе времени. Для армии США было построено два опытных БПЛА «Cypher II» и четыре наземные станции управления.

Конструкция

Вертикально взлетающий ЛА с соосным винтом в кольцевом канале, крылом, толкающим воздушным винтом, двумя ПД и трехопорным шасси.

Летно-технические характеристики:

Размеры, м:	
Диаметр несущего винта	-
Размах крыла	3,0
Длина аппарата	-
Высота аппарата	1,8
Двигатели:	2 ПД
Максимальная мощность, кВт/л.с	-

Массы и нагрузки, кг:	
Взлетная масса	113,5
Платная нагрузка	11,4
Запас топлива	-
Летные данные:	
Максимальная скорость, км/ч	200
Крейсерская скорость, км/ч	-
Практическая потолок, м	3658
Радиус действия, км	-
Продолжительность полета, ч	3

Привязные БПЛА

Данный тип беспилотных летательных аппаратов был разработан с целью отделения от него батареи питания, так как она является самым тяжелым элементом. Соответственно такие беспилотные летательные аппараты соединяются с наземных элементов питания проводом. Данная конструкция позволяет беспилотнику неделями находиться в воздухе.

Как следствие, такие аппараты неспособны передвигаться на большие расстояния, но зато умеют прекрасно зависать в воздухе, что делает их незаменимыми в задачах, связанных с наблюдением или функциями ретрансляции или приема, передачи сигналов.

Привязной беспилотный летательный аппарат, является одним из нестандартных типов беспилотных аппаратов и сильно отличается от других возможностями применения. Основным достоинством, несомненно, является потенциально неограниченное время полета, что позволяет не только проводить разведку, но, например, осуществлять связь в полевых условиях, выполняя, по сути роль, базовой станции.

Конвертопланы

Летательный аппарат с поворотными винтами, которые на взлёте и при посадке работают как подъёмные, а в горизонтальном полёте – как тянущие (при этом в полете подъёмная сила обеспечивается крылом самолётного типа). Таким образом, этот аппарат ведет себя как вертолет при взлете и посадке, но как самолет в горизонтальном полете. Большие винты конвертоплана помогают ему при вертикальном взлете, однако в горизонтальном полете они становятся менее эффективными по сравнению с винтами меньшего диаметра традиционного самолета.

В некоторых конструкциях используют не открытые винты, а импеллеры. Импеллер обладает очень высокой скоростью отбрасываемого воздушного потока, что позволяет обойтись очень маленькими крыльями, обеспечивая высокую компактность конвертоплана.

Среди конвертопланов можно выделить три принципиально различающихся подкласса: аппараты с поворотными винтами, с поворотным крылом и со свободным крылом.

В конвертопланах с поворотными роторами обычно поворотными являются не сами винты, а гондолы с винтами и двигателями. Крылья (обычно небольшой площади) при этом остаются неподвижными.

Конвертоплан представленный на слайде:

Bell V-22 Osprey — американский конвертоплан (аппарат, сочетающий отдельные преимущества самолёта и вертолёта).

Единственный серийно выпускаемый конвертоплан, разрабатывался в США более 30 лет компанией Bell. Находится на вооружении Корпуса морской пехоты США, ВМС США и ВВС США.

Летно-технические характеристики MV-22:

Экипаж, человек	3
Пассажировместимость, человек	24
Размеры, м:	
Длина фюзеляжа	17,48
Размах крыла по концам лопастей винтов	25,78
Длина при сложенных лопастях	19,23
Ширина при сложенных лопастях	5,64
Высота по киям	5,38
Высота при двигателях, установленных вертикально вверх	6,74
Высота при сложенных лопастях	5,51
Площадь крыла, м²	28
Масса, кг:	
Пустого конвертоплана	15000
Снаряженного	21500
Максимальная взлетная	27443
Максимальная взлетная масса при вертикальном взлёте	23859
Максимальная взлетная масса при взлёте коротким разбегом	25 855
Масса полезной нагрузки	5445
Объем топливного бака, л	6513
Количество дополнительных баков	До 3
Объем дополнительного бака, л	1628
Двигатели	2 × Rolls-Royce T406 (AE1107C-Liberty)
Мощность, кВт	2 × 4586 кВт (6150 л. с.)
Количество лопастей ротора	3
Диаметр ротора, м	11,6
Максимальная скорость, км/ч	565
Крейсерская скорость, км/ч	510
Практическая дальность, км	2627
Практический потолок, м	7620
Скороподъёмность, м/с:	
Номинальная	5,5
Максимальная	16,25

Полетный контроллер

Это мозг вашего БПЛА. Он определяет состояние вашего летательного аппарата, опрашивая массив датчиков сотни раз в секунду, а затем вносит микроскопические мгновен-

ные изменения в работу каждого двигателя, чтобы обеспечить стабильное положение БПЛА в воздухе. Задумайтесь, что происходит, когда вы идете по улице? Вы ведь не обдумываете каждое изменение походки из-за неровностей дороги или встречного ветра. Вы просто идете, но ваш мозг обдумывает все детали и выполняет вычисления, в то время как вы скомандовали «вперед». Бортовой контроллер ведет себя аналогичным образом. Когда вы даете команду БПЛА двигаться вперед, контроллер получает вашу основную команду и раскладывает ее на сотни команд в секунду для каждого двигателя, чтобы исполнить полученные указания. Если БПЛА сталкивается с каким-либо сопротивлением, как лобовой ветер, контроллер вносит необходимые изменения, чтобы продолжить выполнять команду без вмешательства пилота. Сердцем бортового контроллера является блок инерциальных измерителей. Этот блок содержит набор датчиков, позволяющий контроллеру следить за поведением летательного аппарата. Обычный набор состоит из акселерометра, гироскопа и барометра. Они измеряют линейное ускорение, угловое ускорение и давление воздуха (которое часто преобразуется в высоту полета). Эти три датчика предоставляют всю необходимую информацию, необходимую для стабилизации летательного аппарата.

Для расширения функциональных возможностей применяются дополнительные датчики. Они включают в себя приемники GPS, магнитометры (компас), оптические датчики перемещения и датчики скорости потока воздуха, ультразвуковой сонар (для измерения высоты полета).

Направление вращения двигателей квадрокоптера.

Одна пара винтов вращается по часовой стрелке, другая – против. Если частоты вращения пар одинаковы, то аппарат неподвижен относительно вертикальной оси.

Основные маневры квадрокоптера

Тангаж — угловое движение БПЛА относительно продольной оси. **Угол тангажа** — угол между продольной осью БПЛА и горизонтом. **Крен** — угловое движение БПЛА относительно горизонтальной оси. **Угол крена** — угол между горизонтальной осью БПЛА и горизонтом. **Рыскание** — угловое движение БПЛА относительно вертикальной оси.

Угол рысканья — угол поворота корпуса БПЛА в горизонтальной плоскости.

Необходимые действия для совершения маневров

Если увеличить частоту вращения для одной пары, а для другой – уменьшить на ту же величину, то будет реализован поворот влево или вправо вокруг вертикальной оси. При одновременном одинаковом изменении частот вращения всех винтов будет осуществляться подъем или снижение квадрокоптера. Для движения в каком-либо направлении (вперед, назад, влево, вправо) двигатель, соответствующий направлению желаемого смещения, должен уменьшить частоту вращения, а противоположный ему – увеличить, а два других – оставить без изменения.

Пульт управления БПЛА

Это устройства дистанционного управления вашим БПЛА. Состоит из аналоговых (стиков) и дискретных (переключатели и тумблеры) органов управления, микроконтроллера, который оцифровывает и кодирует сигналы органов управления, радиопередающей части, дисплея и батареи питания. В качестве дополнительного модуля могут присутствовать приемник-декодер сигналов телеметрии и дисплей для отображения данных телеметрии и сигнала с бортовой видеокамеры. Благодаря наличию микроконтроллера, большинство пультов поддерживают гибкие настройки, позволяющие произвольно устанавливать связь между каналом и органом управления, инвертировать сигнал и устанавливать коэффициент пропорциональности между отклонением стика и изменением сигнала, а менять количество каналов и прочие параметры потока данных.

В зависимости от расположения стиков управления различают передатчики типа Mode1 и Mode2. У передатчиков первого типа слева расположен стик Pitch-Roll

(тангаж-крен), а справа Throttle-Yaw (газ-рысканье). У передатчиков 2 типа соответственно наоборот.

Принцип действия электронных компонентов.

Команды, принятые приемником, поступают в полетный контроллер в виде широтно-импульсного сигнала. Здесь они с учетом текущей навигационной информации (получаемой в самом полетном контроллере от встроенных микросистемных гироскопов и акселерометров), а также с учетом сигналов с модуля GPS (опционально) преобразуются в широтно-импульсные сигналы управления двигателями, которые подаются на контроллеры частоты вращения двигателей (т.н. ESC – Engine Speed Control). Назначение модулей ESC – преобразование управляющих широтно-импульсных сигналов в синусоидальные трехфазные напряжения для обмоток бесколлекторных электродвигателей. Типичный источник питания для бортовой сети мультикоптеров – это литий-полимерный аккумулятор. Потребляемые токи – от единиц до сотен ампер в зависимости от размеров аппарата.

Плата распределения питания (PDB)

Отвечает за прием электропитания от аккумулятора и его распределение среди всех электронных компонентов квадрокоптера. Также может понижать входящее напряжение с аккумулятора до 5 вольт для питания полетного контроллера.

Аккумулятор

Одним из основных технологических достижений, обусловивших взлет популярности гражданских дронов, стали литий-полимерные (Li-Po) батареи. Весьма сходные по устройству с батареями для смартфонов, литий-полимерные батареи имеют намного большее соотношение «емкость/вес» по сравнению с никель-кадмиевыми (NiCD) и никель-металлгидридными (NiMH) батареями. Такое избавление от лишнего веса помогло беспилотным аппаратам оторваться от земли.

Характеристика аккумулятора

Емкость – это вместимость аккумулятора, - измеряется она в ампер-часах или миллиампер-часах. Цифра или число стоящая перед говорит о том, что элемент или батарея будет отдавать этот ток в течении одного часа.

Пример: Батарея емкостью 1000мАч говорит о том, что она будет отдавать в нагрузку ток равный 1000мА или 1А в течении часа.

Время разряда напрямую зависит от силы тока в цепи, если к такой батарее подключить лампочку которая потребляет 100мА или 0,1А то она будет светить аж 10 часов и наоборот - если подключить скажем мотор который потребляет 6А то этого аккумулятора хватит всего на 10 минут работы такого мотора.

Время работы можно вычислить разделив емкость на ток нагрузки, из примера выше; мы имеем батарею 1Ач и нагрузку 1А - 1Ач делим на 1А = 1 час, $T = C/I$, Т время разряда, С емкость аккумулятора, I ток нагрузки. пример с лампочкой 1Ач делим на 0,1А = 10ч и с мотором 1Ач делим на 6А = 0,16ч - 10 минут. Сразу же хочу обратить внимание на то, что не любой аккумулятор способен разряжаться с такой скоростью как с мотором из примера (6А), некоторые батареи при таком быстром разряде выйдут из строя. Для того, чтобы такого не случилось на аккумуляторах, пишут еще один параметр.

Токоотдача – это допустимая скорость разряда данного аккумулятора, на батареях или одиночных элементах она обозначается "число и буква С", это указывает на то, что данная батарея может отдать всю запасенную энергию за время которое определяется, как один час разделить на число перед "С", то есть - возьмем батарею 1Ач её токоотдача равна 10С, это значит, что она может отдать всю энергию за 1ч делим на 10С = 0,1ч то есть 6 минут, получается, что мотор из примера выше не повредит её разрядив за 10 минут, ибо это по времени на 4 минуты дольше, чем максимальная скорость разряда в 6 минут, до её полного разряда. Так мы высчитали время за которое её можно разрядить без вреда её здоровью, а рассчитать максимальный ток который она может выдать можно умножив её емкость 1Ач на цифру или число указанную как токоотдача "С" 1Ач x 10С = 10А.

Пример: Беспилотный самолет потребляет на максимальных оборотах 10А, а аккумуля-

лятор, о котором он говорит имеет ёмкость в 2Ач, это значит, что его самолет разрядит эту батарею за $2/10=0,2$ ч - 12минут, а теперь узнаем сколько для этого потребуется "С" токоотдача. Токоотдачу можно вычислить 1час разделить на время, полученное выше, для удобства час разобьем на минуты, итак $60/12=5$ - получается, что для 12 минутного полёта ему понадобится аккумулятор емкостью 2Ач и токоотдачей 5С.

Прошу обратить внимание на тот факт, что токоотдача никак не влияет на время полета, в данном случае. Вы можете взять батарею с той же ёмкостью и токоотдачей 100С время полета останется 12минут и ни как иначе, потому как на время работы модели влияет только ёмкость батареи, часто новички выбирают батарею с гигантским "С" и практически не обращают внимание на емкость. К примеру если мы возьмем ту же модель из описания выше и всунем туда аккумулятор 500мАч и токоотдачей 60С (мы уже знаем, что она на 2Ач аккумуляторе летит 12минут) считаем время полета - $0,5$ Ач делим на ток нагрузки $10\text{А} = 0,05$ ч - 3 минуты, и это при том, что батарейка у нас аж 60С. А сколько же "С" нам потребуется для трех минутного полета на такой батарейке? $60/3=20$ С, так зачем же тогда переплачивать за лишние 40С если время полета у нас не изменилось хоть 20С, хоть 60С все равно 3 минуты.

Напряжение – все литий-полимерные батареи для достижения нужного напряжения формируются из последовательных соединенных одиночных ячеек, конструктивно объединенных в блок. Номинальное напряжение каждой ячейки 3.7 В (4.2 В при полном заряде). Это означает, что в нашем примере номинальное напряжение составит $3 * 3.7 = 11.1$ В и может достигнуть $3 * 4.5$

= 12.6 В при полном заряде.

Аппаратура радиосигнала

В общем случае аппаратура радиоуправления состоит из пульта радиоуправления (передатчика) и приемника. Основными параметрами является протокол кодирования сигнала и количество каналов передачи команд. В настоящее время практически вся аппаратура работает на частоте

2.4 ГГц. Протокол кодирования сигнала означает способ, которым команды, полученные с органов управления пульта, «упакованы» в поток данных, проходящих через радиоканал. При разработке протоколов руководствуются помехоустойчивостью и плотностью потока информации. Протокол передатчика и приемника радиосигнала должны быть одинаковыми. Параметр, который принципиально важен, - количество каналов. Для управления квадрокоптером их нужно минимум четыре:

- общий газ;
- тангаж;
- крен;
- рысканье.

На самом деле этого мало. Во-первых, нужны каналы для управления включением сенсоров и режимов полетного контроллера (удержание высоты по барометру, включение/выключение компаса, удержание позиции или возврат домой по GPS). Во-вторых, могут понадобиться каналы для управления бортовой видеокамерой, бортовыми огнями или включения системы поиска упавшего аппарата. Комфортное управление квадрокоптером начинается при восьми и более каналах. Количество каналов приемника и передатчика не обязательно должно совпадать, если ваш приемник поддерживает 8 каналов, а передатчик 12, то значит у вас в распоряжении 8каналов.

Двигатель

Используемые двигатели для БПЛА можно разделить на две группы – коллекторные и бесколлекторные.

Коллекторные двигатели

Состоит из неподвижных магнитов, прикрепленных к корпусу (статор) с чередованием полюсов и нескольких катушек, смонтированных на валу (ротор). Напряжение на катушки

ротора поступает через скользящие контакты (коллектор и щетки). При подаче напряжения на катушку ротора, вокруг нее формируется магнитное поле. Катушка отталкивается от полюса одного из магнитов статора и притягивается к другому. В этот момент происходит переключение полярности питания за счет вращательного смещения контактов коллектора относительно щеток, и катушка начинает притягиваться к следующему магниту. Коллектор классический пример самоуправляемой системы, он сам себе переключает полярность катушек в нужный момент во время вращения. Направление вращения зависит от полярности питающего напряжения, а частота вращения от величины напряжения. Имеют низкий КПД, удельную мощность и моторесурс. Но их конструкция проще, они дешевле и не требуют сложного регулятора для работы. В свою очередь бесколлекторные практически не изнашиваются, если не считать выхода из строя дешевых подшипников.

Бесколлекторные двигатели

Здесь коммутация катушек происходит при помощи специальной электронной схемы – регулятора оборотов (Electronic Speed Controller, ESC). Независимо от количества катушек и схемы их внутренней коммутации бесколлекторный двигатель авиамоделей всегда имеет три вывода, подключаемые к регулятору. Регулятор подает на эти выводы питающее напряжение со сдвигом по фазе. Поскольку выводы катушек подключены к регулятору неразрывно, то катушки смонтированы неподвижно и являются статором, а вращается ротор с прикрепленными к нему постоянными магнитами. Направление вращения зависит от подключения выводов двигателя к регулятору. Для изменения направления вращения достаточно поменять местами два любых вывода.

Программное обеспечение ESC

Поскольку регулятор оборотов выполняет некоторые преобразования с высокой частотой и может быть настроен на различные режимы работы для него пишут отдельный софт, называемый прошивкой. Это позволяет исправлять прошлые ошибки в алгоритмах управления, создавать более совершенные прошивки (и тем самым, например, уменьшать расходы аккумулятора на среднем газу) и производить гибкие настройки. В коптерах известных компаний типа DJI смена ПО регулятора происходит автоматически при помощи полетного контроллера.

Моторы

На этой вкладке проверяется работоспособность двигателей.

Перед любыми действиями, обязательно снимайте пропеллеры с двигателей!

Перед тем, как покрутить двигатели ползунками, переключите флажок «я понимаю всю опасность», чтобы активировать функционал. Теперь можете подвигать ползунки, моторы начнут крутиться.

Чуть выше располагается график гироскопа, а также информация о том, сколько потребляют двигатели тока, а также силу и напряжение. Все это служит для проверки и настройки двигателей.

Питание и батарея

В этом разделе настраивается датчик тока, а также параметры аккумулятора. Все это нужно для того, чтобы квадрокоптер по OSD передавал актуальные и правильные данные об аккумуляторе, напряжении и токе во время полета.

OSD

В этом разделе настраивается отображение различной информации на экране ваших очков или шлема. Очень полезный и нужный раздел, не пропусайте его.

Настраивайте все так, чтобы вам было максимально удобно. По центру имитация экрана, там все можно двигать мышкой. Слева поставьте галки на нужном параметре, он появится на окне. Если не знаете, что конкретно означает параметр, наведите мышкой — появится подсказка того, что делает этот параметр.

В нашем случае, включено:

- RSSI (сила приема сигнала);
- Предупреждения;

- Заряд аккумулятора;
- Таймеры.

У нас добавлено 2 таймера, один — это общее время работы, а второй — время полета.

Справа находятся еще некоторые общие настройки, это тоже настраивается по вашему усмотрению.

Командная строка (CLI)

Через командную строку можно влиять на какую-либо информацию в прошивке, вносить изменения, а также выводить информацию о каком-либо параметре или компоненте. Список команд большой и выводится по команде

«help». Все рассказывать здесь не будем, так как у нас опять есть отдельная статья по командной строке, если вам интересно, то ссылка ниже.

Рекомендации: проверка безопасности

Перед установкой пропеллеров, рекомендую выполнить ряд проверок, чтобы избежать проблем перед полетом.

1) Проверить направление двигателей

- Перейдите во вкладку «Моторы» и включите режим тестирования по кнопке «Я понимаю всю опасность»;

- Теперь запустите моторы (*не забудьте снять пропеллеры*) и проверьте, в правильную ли сторону крутятся двигатели в соответствии с схемой вращения моторов на квадрокоптере.

2) Проверить загрузку процессора

Пока квадрокоптер подключен к Betaflight, посмотрите на нижний сайд-бар.

Если загрузка будет 95% и выше, то у вас будут проблемы во время полета, так как процессор перегружен и не будет успевать вовремя обрабатывать данные. Чтобы решить эту проблему, отключите некоторые функции или отключите разгон, если у вас контроллер F4. Но на современных полетных контроллерах такая проблема — большая редкость.

3) Проверить гироскоп

Перейдите во вкладку «Система» и проверьте настройки гироскопа:

Возьмите квадрокоптер в руки и наклоняйте его во все стороны, ваши действия точно-точно должна повторять 3D модель на экране. Стрелка указывает на нос дрона. Если это не так, вернитесь в начало, вкладка

«Конфигурация».

Кроме этого, после настроек и тем более прошивки, нужно калибровать акселерометр. Для этого, поставьте квадрокоптер на ровную поверхность и нажмите кнопку «Калибровать Акселерометр».

Лекция №2 (16 часов)

Тема 1.2: «Эксплуатация беспилотных авиационных систем смешанного типа»

Вопросы лекции:

- 1.1 Законодательные и нормативные документы РФ в области эксплуатации БАС.
- 1.2 Правила и положения, касающиеся обладателя свидетельства внешнего пилота.
- 1.3 Правила полетов, выполнения полетов в сегрегированном и несегрегированном воздушном пространстве.

1.1 Законодательные и нормативные документы РФ в области эксплуатации БАС.

Проблеме интеграции БАС в воздушное пространство Российской Федерации в настоящее время уделяется повышенное внимание. Вопросы нормативного регулирования в области применения БАС в Российской Федерации находятся в ведении следующих организаций:

- Комиссия при Президенте Российской Федерации по вопросам развития авиации общего назначения и навигационно-информационных технологий на основе глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС (создана Указом Президента Российской Федерации от 11 июня 2016 г. №285);

- Правительственная комиссия по транспорту (создана Постановлением Правительства Российской Федерации от 16 марта 2013 г. № 220);

- Межведомственная рабочая группа по разработке предложений по вопросам государственного регулирования беспилотной авиации и «дорожной карты» развития сегмента беспилотных авиационных систем и беспилотных воздушных судов в гражданской авиации (создана распоряжением Министерства транспорта РФ от 9 июля 2015 г. № МС-74-р);

- Рабочая группа Министерства транспорта Российской Федерации «Развитие беспилотных технологий в транспортном комплексе Российской Федерации (создана Распоряжением Минтранса России от 11 июля 2016 г. N МС-93-р)»;

- Комитет по беспилотным авиационным системам Союза авиапроизводителей России (создан решением Наблюдательного совета Союза авиапроизводителей России от 29 мая 2014 г.);

- Рабочая группа по разработке и реализации планов мероприятий («дорожных карт») Национальной технологической инициативы (НТИ) по направлению БАС «Аэронет» (создана Решением президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России от 9 июня 2015 г. № 3);

- Ассоциация эксплуатантов и разработчиков беспилотных авиационных систем («Ассоциация Аэронет») (зарегистрирована в Минюсте России 14 мая 2013 г.).

Основополагающим нормативным правовым актом, регулирующим сферу применения гражданских БАС как составной части воздушного транспорта, является Воздушный кодекс Российской Федерации, введение в действие и изменения в который вводится соответствующими Федеральными законами.

К подзаконным актам в сфере нормативного регулирования применения БАС относятся Федеральные правила, утверждаемые Постановлениями Правительства Российской Федерации, Федеральные авиационные правила, утверждаемые Приказами Министерства транспорта Российской Федерации, Приказы и Распоряжения Министерства транспорта Российской Федерации, Федерального агентства воздушного транспорта, Федеральной службы по надзору в сфере транспорта.

Принятие Федерального закона от 3 июля 2016 г. №291-ФЗ «О внесении изменений в Воздушный кодекс Российской Федерации» обеспечило значительное снижение нормативных барьеров для создания условий развития массового рынка БАС гражданского назначения, а также ускорения разработки и реализации соответствующих регуляторных механизмов их интеграции в национальное воздушное пространство.

30.12.2015 г. был принят Федеральный закон №462-ФЗ «О внесении изменений в Воздушный кодекс Российской Федерации в части использования беспилотных воздушных судов» [44], вступивший в силу с 30 марта 2016 года и которым был фактически введен запрет на легальное использование БАС гражданского назначения до разработки и реализации соответствующих регуляторных механизмов интеграции БАС в национальное воздушное пространство. В соответствии с принятым законом были введены обязательная государственная регистрация беспилотных воздушных судов в Федеральном агентстве воздушного транспорта от 0,25 кг и учет в Федеральной службе безопасности, обязательная сертификация БВС, оборудования и эксплуатантов БАС. То есть к нормативному регулированию БАС, в том числе и малых (взлетной массой до 30 кг, понятие было введено в первой редакции Фе-

дерального закона) применены принципы, относящиеся к пилотируемым ВС. В условиях отсутствия механизмов реализации принятого закона это значительно ограничило создание и развитие нового массового рынка легального применения малых БАС.

Для устранения возникших барьеров нормативного регулирования сферы БАС в Российской Федерации была проведена большая работа по внесению изменений в Воздушный кодекс Российской Федерации (ВК РФ), снижающих чрезмерный уровень регулирования и создающих условия для развития рынка БАС. В обсуждении предложений по внесению соответствующих изменений в законопроект ВК РФ приняли активное участие Рабочая группа по разработке и реализации планов мероприятий («дорожных карт») Национальной технологической инициативы (НТИ) по направлению беспилотных аэронавигационных систем «Аэронет», Ассоциация «Аэронет» и Некоммерческое партнерство «ГЛОНАСС».

Указанные предложения по изменению ВК РФ в части беспилотных авиационных систем нашли свое отражение в поправках, внесенных, депутатами Государственной думы Е.С. Москвичевым и А.А. Андреевым в находящийся на рассмотрении проект федерального закона № 891243-6 «О внесении изменений в Воздушный кодекс Российской Федерации (в части подготовки, аттестации и допуска к деятельности специалистов авиационного персонала экспериментальной авиации, а также использования беспилотных воздушных судов)».

Законопроект был принят в третьем чтении Государственной Думой 21.06.2016 г. Федеральный закон «О внесении изменений в Воздушный кодекс Российской Федерации» одобрен на заседании Совета Федерации и направлен на утверждение Президенту Российской Федерации 29.06.2016 г. 3 июля 2016 года Федеральный закон №291-ФЗ «О внесении изменений в Воздушный кодекс Российской Федерации» [45] подписан Президентом Российской Федерации.

Матрица изменений в Воздушном кодексе Российской Федерации в редакции от 30.12.2015 г., вносимых Федеральным законом от 3 июля 2016 г. №291-ФЗ в части беспилотных авиационных систем, приведена в таблице 1.

Таблица 1 - Матрица изменений в Воздушном кодексе Российской Федерации

Было в ВК РФ (редакция от 30.12.2015 № 462-ФЗ)		Принято в ВК РФ (редакция от 03.07.2016 № 291-ФЗ)	
1.	Статья 8. «Обязательной сертификации органом, уполномоченным Правительством Российской Федерации, в порядке, установленном федеральными авиационными правилами, подлежат: -беспилотные авиационные системы;	Изменены формулировки: «- беспилотные авиационные системы и (или) их элементы, за исключением беспилотных авиационных систем и (или) их элементов, включающих в себя беспилотные гражданские воздушные суда, на которые сертификат летной годности выдается на основании сертификата типа или акта оценки конкретного воздушного судна на его соответствие требованиям к летной годности гражданских воздушных судов и требованиям в области охраны окружающей среды от воздействия деятельности в области авиации, а также беспилотных авиационных систем и (или) их элементов, включающих беспилотные гражданские воздушные суда с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее»	

Было в ВК РФ (редакция от 30.12.2015 № 462-ФЗ)		Принято в ВК РФ (редакция от 03.07.2016 № 291-ФЗ)
- в ра др ци су ст че ни во ня ще вы П до ук ны ва Ф	«Беспилотная авиационная система - комплекс, включающий в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов, технические средства и оборудование, используемые для управления полетом такого воздушного судна или таких воздушных судов».	«Беспилотная авиационная система – комплекс взаимосвязанных элементов, включающий в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов, средства обеспечения взлета и посадки, средства управления полетом одного или нескольких беспилотных воздушных судов и контроля за полетом одного или нескольких беспилотных воздушных судов».
	3 статья 33 Государственная регистрация и государственный учет воздушных судов: «- беспилотные воздушные суда, за исключением беспилотных гражданских воздушных судов с максимальной взлетной массой 0,25 килограмма и менее, и пилотируемые гражданские воздушные суда, за исключением сверхлегких пилотируемых гражданских воздушных судов с массой конструкции 115 килограммов и менее».	Изменены формулировки: - беспилотные воздушные суда, за исключением беспилотных гражданских воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее
2	статья 32 Воздушное судно: «Беспилотное воздушное судно - воздушное судно, управляемое в полете пилотом, находящимся вне борта такого воздушного судна (внешний пилот).	Изменены формулировки: «Беспилотное воздушное судно - воздушное судно, управляемое, контролируемое в полете пилотом, находящимся вне борта такого воздушного судна (внешний пилот)».

	«- беспилотные воздушные суда, ввезенные в Российскую Федерацию или произведенные в Российской Федерации, подлежат учету в порядке, установленном Правительством Российской Федерации».	«- беспилотные гражданские воздушные суда с максимальной взлетной массой от 0,25 килограмма до 30 килограммов, ввезенные в Российскую Федерацию или произведенные в Российской Федерации, подлежат учету в порядке, установленном Правительством Российской Федерации».
4	Статья 36 Допуск к эксплуатации гражданских воздушных судов и государственных воздушных судов «Гражданские воздушные суда, за исключением сверхлегких пилотируемых гражданских воздушных судов с массой конструкции 115 килограммов и менее, допускаются к эксплуатации при наличии сертификата летной годности». «Гражданские воздушные суда, авиационные двигатели и воздушные винты, произведенные в иностранном государстве и поступающие в Российскую Федерацию для эксплуатации, проходят сертификацию в соответствии с федеральными авиационными правилами».	Изменены формулировки: «Гражданские воздушные суда, за исключением сверхлегких пилотируемых гражданских воздушных судов с массой конструкции 115 килограммов и менее, а также беспилотных гражданских воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее, допускаются к эксплуатации при наличии сертификата летной годности». «Гражданские воздушные суда, авиационные двигатели и воздушные винты, беспилотные авиационные системы и (или) их элементы, включающие в себя беспилотные гражданские воздушные суда с максимальной взлетной массой более 30 килограммов, произведенные в иностранном государстве и поступающие в Российскую Федерацию для эксплуатации, проходят сертификацию в соответствии с федеральными

	Было в ВК РФ (редакция от 30.12.2015 № 462-ФЗ)	Принято в ВК РФ (редакция от 03.07.2016 № 291-ФЗ)
		авиационными правилами.
5	Статья 53 Допуск лиц из числа авиационного персонала к деятельности «К выполнению функций членов экипажа гражданского воздушного судна, за исключением сверхлегкого пилотируемого гражданского воздушного судна с массой конструкции 115 килограммов и менее, сотрудников по обеспечению полетов гражданской авиации, а также функций по техническому обслуживанию воздушных судов, по диспетчерскому обслуживанию воздушного движения допускаются лица из числа специалистов авиационного персонала гражданской авиации, имеющие выданные уполномоченным органом в области гражданской авиации соответствующие свидетельства»	Изменена формулировка: «К выполнению функций членов экипажа гражданского воздушного судна, за исключением сверхлегкого пилотируемого гражданского воздушного судна с массой конструкции 115 килограммов и менее, беспилотного гражданского воздушного судна с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее, сотрудников по обеспечению полетов гражданской авиации, а также функций по техническому обслуживанию воздушных судов, по диспетчерскому обслуживанию воздушного движения допускаются лица из числа специалистов авиационного персонала гражданской авиации, имеющие выданные уполномоченным органом в области гражданской авиации соответствующие свидетельства
6	Статья 57. Командир воздушного судна «Командиром воздушного судна, за исключением сверхлегкого пилотируемого гражданского воздушного судна с массой конструкции 115 килограммов и менее, является лицо, имеющее действующее свидетельство пилота (летчика, внешнего пилота), а также подготовку и опыт, необходимые для самостоятельного управления воздушным судном определенного типа».	Изменены формулировки: «Командиром воздушного судна, за исключением сверхлегкого пилотируемого гражданского воздушного судна с массой конструкции 115 килограммов и менее, беспилотного гражданского воздушного судна с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее, является лицо, имеющее действующее свидетельство пилота (летчика, внешнего пилота), а также подготовку и опыт, необходимые для самостоятельного управления воздушным судном определенного типа».

1.2 Правила и положения, касающиеся обладателя свидетельства внешнего пилота.

Общие требования к пилотам воздушных судов

2.1. Для выполнения функций командира воздушного судна или второго пилота любого из перечисленных ниже видов воздушных судов, необходимо получить свидетельство, предусмотренное настоящими Правилами:

- самолет;
- дирижабль объемом более 4600 м³;
- свободный аэростат;
- планер;
- вертолет;
- сверхлегкое воздушное судно с массой конструкции более 115 кг.

2.2. При выдаче свидетельства пилота в свидетельство вносится отметка о виде воздушного судна и квалификационные отметки, соответствующие классу или типу воздушных судов, которые использовались в ходе проверки знаний, навыков (умений).

2.3. Обладатель свидетельства частного пилота, коммерческого пилота или линейного пилота для эксплуатации дополнительного вида воздушных судов должен получить соответ-

ствующую квалификационную отметку о виде воздушного судна, выдаваемую при условии выполнения требований настоящих Правил, установленных для соответствующего вида воздушного судна.

2.4.Обладатель свидетельства пилота сверхлегкого воздушного судна, пилота планера или пилота свободного аэростата для эксплуатации дополнительного вида воздушных судов получает новое свидетельство пилота соответствующего вида воздушного судна.

2.5.Обладатель свидетельства пилота не допускается к выполнению функций командира воздушного судна или второго пилота, если обладатель свидетельства не получил соответствующей отметки о классе согласно положениям пункта 2.6 настоящих Правил или отметки о типе воздушного судна в случаях, указанных в пункте 2.7 настоящих Правил.

2.6.Для выполнения функций командира воздушного судна или второго пилота на самолете, в сертификате типа или руководстве по летной эксплуатации (эквивалентном ему документе) которого установлено, что он может эксплуатироваться летным экипажем, состоящим из одного пилота, кроме указанных в подпункте "в" пункта 2.7 настоящих Правил случаев, обладатель свидетельства пилота должен иметь квалификационную отметку о классе:

- а)с одним двигателем, сухопутный;
- б)с одним двигателем, гидросамолет;
- в)многодвигательный, сухопутный;
- г)многодвигательный, гидросамолет.

Квалификационная отметка о классе воздушного судна вносится в свидетельство, если кандидат продемонстрировал степень умения, соответствующую свидетельству для класса воздушного судна, по которому он желает получить квалификационную отметку.

2.7.Обладатель свидетельства пилота должен получить квалификационную отметку о типе воздушного судна для эксплуатации:

а)воздушного судна, в сертификате типа или в руководстве по летной эксплуатации (эквивалентном ему документе) которого установлено, что для его эксплуатации требуется второй пилот;

б)вертолета, в сертификате типа или руководстве по летной эксплуатации (эквивалентном ему документе) которого установлено, что он может эксплуатироваться летным экипажем, состоящим из одного пилота;

в)любого воздушного судна, когда это предусмотрено в сертификате типа на это воздушное судно.

Если функции пилота ограничиваются только функциями второго пилота, то в квалификационной отметке о типе воздушного судна указывается это ограничение.

2.8.Обладатель квалификационной отметки о типе воздушного судна, требуемой в соответствии с подпунктом "а" пункта 2.7 настоящих Правил, должен:

а)приобрести под контролем инструктора опыт на соответствующем типе воздушного судна и/или соответствующем пилотажном тренажере в следующих областях:

обычные схемы полета и маневры на всех этапах полета;

особые и аварийные процедуры и маневры, связанные с выходом из строя и отказами оборудования, например силовой установки, приборов и систем воздушного судна, его планера;

при необходимости, выполнение полетов по приборам, включая заходы на посадку, уходы на второй круг и посадки по приборам в нормальных, особых и аварийных условиях, в том числе с имитацией отказа двигателя;

порядок действий при потере членом экипажа работоспособности и порядок координации действий экипажа, включая распределение задач по пилотированию;

взаимодействие членов экипажа и применение контрольных карт;

б)продемонстрировать умение и знания, требуемые для обеспечения безопасного выполнения полетов на соответствующем типе воздушных судов, которые отвечают обязанностям командира воздушного судна или второго пилота;

в) продемонстрировать знания, указанные в подпункте "б" пункта 6.1 настоящих Правил.

2.9. Кандидат на получение квалификационной отметки о типе воздушного судна, требуемой в соответствии с подпунктами "б" и "в" пункта 2.7 настоящих Правил, должен продемонстрировать умения и знания, требуемые для обеспечения безопасного выполнения полетов на соответствующем типе воздушных судов.

2.10. При отсутствии квалификационной отметки о типе воздушного судна, предусмотренной в пункте 2.7 настоящих Правил, владелец свидетельства для выполнения учебных и исследовательских полетов или полетов с конкретной специальной целью, не связанных с получением платы или перевозками пассажиров, получает специальное разрешение от уполномоченного органа на выполнение указанного полета (полетов).

2.11. Для выполнения функций командира воздушного судна или второго пилота при полетах по правилам полета по приборам или в случае, если погодные условия не соответствуют правилам визуальных полетов, обладатель свидетельства должен иметь квалификационную отметку о праве выполнения полетов по приборам, соответствующую виду воздушного судна.

2.12. Для осуществления летного обучения обладатель свидетельства пилота должен иметь квалификационную отметку "пилот-инструктор" и квалификационные отметки, позволяющие выполнять функции командира воздушного судна класса/типа, на котором производится обучение.

Лицо, занимающееся обучением на пилотажном тренажере, должно иметь или имело ранее квалификационную отметку "пилот-инструктор" в свидетельстве пилота или специальное разрешение уполномоченного органа.

2.13. Обучаемому лицу или владельцу свидетельства пилота засчитывается в налет время, в течение которого он выполнял полеты самостоятельно, с инструктором на самолете с двойным управлением и в качестве командира воздушного судна, которое включается в общее время налета, необходимое для получения свидетельства пилота.

Обладателю свидетельства пилота, выполняющему функции второго пилота на рабочем месте пилота на воздушном судне, в сертификате типа или руководстве по летной эксплуатации (эквивалентном ему документе) которого установлено, что оно может эксплуатироваться летным экипажем, состоящим из одного пилота, но для эксплуатации которого возможно наличие второго пилота, засчитывается не более 50% полетного времени в качестве второго пилота в суммарном времени налета, требуемом для получения свидетельства пилота более высокого класса.

2.14. Время, в течение которого обладатель свидетельства пилота выполняет функции второго пилота воздушного судна, в сертификате типа или руководстве по летной эксплуатации (эквивалентном ему документе) которого установлено, что оно может эксплуатироваться летным экипажем, включающим второго пилота, засчитывается полностью в суммарном времени налета, требуемом для получения свидетельства более высокого класса.

Время, в течение которого обладатель свидетельства второго пилота выполняет под контролем командира воздушного судна обязанности и функции командира воздушного судна (командир воздушного судна под наблюдением), засчитывается полностью в суммарном времени налета, требуемом для получения свидетельства более высокого класса.

2.15. Не допускается к выполнению функций командира воздушного судна, занятого в международных коммерческих воздушных перевозках, лицо, достигшее:

возраста 60 лет; или

возраста 65 лет, в случае выполнения полетов в экипаже с другим пилотом старше 60 лет.

2.16. Не допускается к выполнению функций второго пилота воздушного судна, занятого в международных коммерческих воздушных перевозках, лицо, достигшее возраста 65 лет.

2.17. При обучении с целью получения свидетельства пилота к самостоятельным полетам обучаемое лицо допускается только под контролем или по письменному разрешению пилота-инструктора, соответствующему требованиям пункта 2.12 настоящих Правил.

2.18. При обучении с целью получения свидетельства пилота обучаемое лицо допускается к самостоятельным полетам, если оно имеет действующее медицинское заключение первого или второго класса.

2.19. Студенты и курсанты высших и средних учебных заведений гражданской авиации по подготовке пилотов должны иметь медицинское свидетельство первого класса.

2.20. Обладатель свидетельства пилота выполняет функции командира воздушного судна или функции второго пилота при коммерческой воздушной перевозке пассажиров только в случае, если он в предшествующие девяносто дней выполнил не менее трех взлетов и трех посадок на воздушном судне того же типа/класса или тренажере, имитирующем полет на воздушном судне того же типа/класса. (в ред. Приказа Минтранса РФ от 10.02.2014 N 32)

За исключением случая, указанного в пункте 2.20.1, обладатель свидетельства пилота выполняет функции командира воздушного судна при перевозке на борту воздушного судна людей ночью только в случае, если он в течение предыдущих девяноста дней выполнил не менее трех взлетов и трех посадок ночью, выполненных на воздушном судне того же типа/класса или на тренажере, имитирующем полет на воздушном судне того же типа/класса. (в ред. Приказа Минтранса РФ от 10.02.2014 N 32)

2.20.1. Обладатель свидетельства пилота, имеющий налет в качестве пилота не менее 1500 часов, выполняет функции командира турбовинтового или турбореактивного воздушного судна, требующего наличия второго пилота при перевозке на борту воздушного судна людей ночью только в случае, если он в течение предыдущих шести месяцев выполнил не менее трех взлетов и трех посадок ночью на воздушном судне того же типа или в течение предыдущих двенадцати месяцев выполнил не менее шести взлетов и шести посадок ночью на тренажере, имитирующем полет на воздушном судне того же типа. (в ред. Приказа Минтранса РФ от 10.02.2014 N 32)

2.21. Обладатель свидетельства пилота выполняет функции командира воздушного судна при полетах по правилам полетов по приборам или в случае, если погодные условия не соответствуют правилам визуальных полетов, только если в течение последних 6 календарных месяцев:

он выполнил, как минимум, шесть заходов по приборам в фактических или имитируемых условиях полетов по приборам на воздушном судне того же вида или тренажере, имитирующем полет на воздушном судне того же вида; или

прошел квалификационную проверку пилотом-инструктором на воздушном судне соответствующего вида или на тренажере, имитирующем полет на воздушном судне того же вида, включающую выполнение схем полета и маневров, указанных в подпункте "д" пункта 7.1 настоящих Правил.

2.22. Обладатель свидетельства пилота не выполняет функции командира воздушного судна или второго пилота воздушного судна:

на воздушном судне, сертифицированном для полетов с одним пилотом, только если он в течение предшествующих 24 месяцев не прошел квалификационную проверку пилотом-инструктором;

на воздушном судне, для эксплуатации которого требуется второй пилот, только если он в течение предшествующих 12 месяцев не прошел квалификационную проверку пилотом-инструктором.

В ходе проверки обладатель свидетельства демонстрирует пилоту-инструктору в течение не менее часа навыки (умения) управления воздушным судном в полете или на комплексном тренажере, допущенном уполномоченным органом к эксплуатации (использованию) для подготовки авиационного персонала. (в ред. Приказа Минтранса РФ от 10.02.2014 N 32)

При положительных результатах указанных проверок пилот-инструктор подписывает и выдает обладателю свидетельства справку о прохождении проверки навыков (в ред. Приказа Минтранса РФ от 10.02.2014 N 32)

При положительных результатах указанных проверок пилот-инструктор делает соответствующую запись в летную книжку.

1.3 Правила полетов, выполнения полетов в сегрегированном и несегрегированном воздушном пространстве.

Сегрегированное воздушное пространство: воздушное пространство установленных размеров, предназначенное для исключительного использования конкретным пользователем (пользователями) (ГОСТ Р 56122- 2014).

С учетом того, что полеты БВС выполняются в сегрегированном воздушном пространстве в представлениях на установлении местного режима необходимо указывать минимально необходимые границы и время использования районов для проведения полетов БВС.

В соответствии с пунктом 135 Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации, при возникновении потребности в использовании воздушного пространства одновременно 2 и более пользователями воздушного пространства ограничение их деятельности в определенных районах воздушного пространства осуществляется в соответствии с государственными приоритетами в использовании воздушного пространства. Такие приоритеты установлены Воздушным Кодексом Российской Федерации, в соответствии с которым, полеты БВС относятся к иной деятельности по использованию воздушного пространства, осуществляемой в целях удовлетворения потребностей граждан (подпункт 14 статьи 13), т.е. зональным центром Единой системы может быть отказано в установлении местного режима в случае, если заявленная деятельность существенно препятствует полетам, выполняемым в целях, указанных в подпунктах 1-13 статьи 13 Воздушного Кодекса Российской Федерации.

Особенности выполнения полетов БВС в районе аэродрома.

В соответствии с действующим воздушным законодательством полеты беспилотных воздушных систем в Российской Федерации допускаются в только сегрегированном воздушном пространстве. Массовое использование БВС не должно увеличивать рисков для других воздушных судов или третьих лиц и не должно препятствовать доступу в воздушное пространство или ограничивать его. Наличие конкурирующих интересов в использовании воздушного пространства делает организацию воздушного пространства процессом, при котором требуется в равной степени сбалансировать интересы всех пользователей воздушного пространства.

В связи с вышеизложенным обращаю Ваше внимание на отдельные положения Инструкции по разработке, установлению, введению и снятию временного и местного режимов, а также кратковременных ограничений (утверждена приказом Минтранса России от 27.06.2011 №171).

В соответствии с пунктом 13 Инструкции в районе временного режима, устанавливаемого с целью частичного запрещения деятельности по использованию воздушного пространства (место, время, высота), главным центром Единой системы выделяется:

для выполнения воздушными судами вылета и захода на посадку на аэродроме, открытом для международных полетов, воздушное пространство, ограниченное радиусом не менее 50 км от контрольной точки аэродрома и высотой верхнего эшелона, выделенного в районе временного режима для полетов по маршрутам обслуживания воздушного движения;

для выполнения воздушными судами вылета и захода на посадку на аэродроме при внутренних полетах по расписанию, воздушное пространство, ограниченное радиусом не менее 30 км от контрольной точки аэродрома и высотой верхнего эшелона, выделенного в районе временного режима для полетов по маршрутам обслуживания воздушного движения.

Пунктом 14 Инструкции предусмотрено, что в районе местного режима, устанавливаемого с целью частичного запрещения деятельности по использованию воздушного пространства (место, время, высота) зональным центром Единой системы выделяется:

для выполнения воздушными судами вылета и захода на посадку на аэродроме при внутренних полетах по расписанию, воздушное пространство, ограниченное радиусом не менее 30 км от контрольной точки аэродрома и высотой верхнего эшелона, выделенного в районе местного режима для полетов по маршрутам обслуживания воздушного движения.

Пункт 15 Инструкции не предусматривает полного запрещения использования воздушного пространства района аэродрома в интересах полетов БВС.

Т.е. в связи с вышеизложенным, прошу Вас максимально ограничить планирование полетов БВС в радиусе 50 км от КТА аэродромов открытых для международных полетов и в радиусе 30 км от КТА аэродромов на (с) которых выполняются внутренние полеты по расписанию.

При планировании полетов в данных районах в представлениях на установление временных или местных режимов, необходимо исключить воздушное пространство, где выполняются процедуры взлета и захода на посадку воздушными судами на (с) аэродром. Информация об утвержденных маршрутах вылета и прибытия на аэродромах опубликована на официальном сайте (saiga.ru) Федерального Государственного Унитарного предприятия Центр Аэронавигационной Информации (ФГУП «ЦАИ») в разделе «Для доступа к АНИ», в папке «Объединенный пакет аэронавигационной информации Российской Федерации», в разделе AD2 AIP России книга 1 и AIP России книга 2.

Так же следует необходимо учитывать ширину маршрутов вылета, прибытия и захода на посадку воздушных судов на аэродромах по 5 километра от оси маршрута (п.28 «Федеральных правил использования воздушного пространства РФ»).

В случае несоответствия содержания представления требованиям, указанным в пунктах 6, 13, 14, 15 Инструкции, а так же если не содержится информация, необходимая для определения места, времени и высоты установления запрещения и с нарушением сроков подачи, зональный центр направит пользователю мотивированный отказ в рассмотрении представления не позднее двух часов после его получения.

Для выполнения полетов БВС для целей обороны, государственной и общественной безопасности, а так же проведения поисково-спасательных мероприятий и оказания помощи при стихийных бедствиях и чрезвычайных ситуациях вводятся оперативные ограничения.

Безопасность полетов воздушных судов обеспечивается в этом случае путем установления кратковременных ограничений.

Разработка кратковременных ограничений начинается с момента получения от пользователя воздушного пространства сообщения о плане полета БВС. Оформление пользователем представления на установление кратковременных ограничений не требуется.

В плане полета БВС, для обеспечения которого ранее не был установлен временный или местный режим в поле 18 (Прочая информация) после признака STS/буквенных сочетаний, означающих причину особого отношения со стороны органов обслуживания воздушного движения должно быть указано:

FFR- выполнение полета в целях борьбы с пожаром;

SAR- в целях гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, обеспечения безопасности людей на водных объектах и пожарной безопасности;

STATE- полет для решения задач в целях обороны и обеспечения безопасности Российской Федерации, обеспечения безопасности объектов государственной охраны, сфере внутренних дел.

Другие причины особого отношения со стороны органов обслуживания воздушного движения указываются после буквенного признака РМК/. Формулировка причины должна соответствовать основаниям, указанным в пункте 35 Инструкции по разработке, установлению, введению и снятию временного и местного режимов, а также кратковременных ограничений.

Раздел 2. Техническая эксплуатация беспилотных авиационных систем с воздушными судами смешанного типа

Лекция №3 (12 часов)

Тема 2.1: «Техническая эксплуатация дистанционно пилотируемых воздушных судов смешанного типа, станции внешнего пилота, систем обеспечения полетов и их функциональных элементов»

Вопросы лекции:

1.1 Нормативно-техническая документация по эксплуатации беспилотных авиационных систем самолетного типа.

1.2 Правила технической эксплуатации дистанционно пилотируемых воздушных судов смешанного типа, станции внешнего пилота, систем обеспечения полетов и их функциональных элементов.

1.3 Методы обработки данных, полученных при использовании дистанционно пилотируемых воздушных судов смешанного типа.

1.1 Нормативно-техническая документация по эксплуатации беспилотных авиационных систем самолетного типа.

Федеральные авиационные правила "правила технического обслуживания подлежащих обязательной сертификации беспилотных авиационных систем и (или) их элементов, гражданских воздушных судов, авиационных двигателей, воздушных винтов, за исключением легких, сверхлегких гражданских воздушных судов, не осуществляющих

КОММЕРЧЕСКИХ ВОЗДУШНЫХ ПЕРЕВОЗОК И АВИАЦИОННЫХ РАБОТ"

1. Выполнение работ на подлежащих обязательной сертификации беспилотных авиационных системах и (или) их элементах, гражданских воздушных судах, авиационных двигателях, воздушных винтах, за исключением легких, сверхлегких гражданских воздушных судов, не осуществляющих коммерческих воздушных перевозок <1> и авиационных работ <2> (далее - ВС), включая контрольно-восстановительные работы, проверки их частей, замены их частей (далее - части), устранения дефектов, выполняемые как в отдельности, так и в сочетании, а также практическое осуществление изменений их типовых конструкций или ремонта <3> (далее - техническое обслуживание), осуществляется в соответствии с настоящими Правилами, эксплуатационной документацией и (или) программами по техническому обслуживанию, а также документами, которыми введены ограничения эксплуатации ВС или остановлена эксплуатация ВС в соответствии с [пунктом 8 статьи 37.1](#) Воздушного кодекса Российской Федерации.

<1> [Пункт 3 статьи 101](#) Воздушного кодекса Российской Федерации.

<2> [Пункт 1 статьи 114](#) Воздушного кодекса Российской Федерации.

<3> [Пункт 6 статьи 37.1](#) Воздушного кодекса Российской Федерации.

2. Выполнение технического обслуживания осуществляется юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями при наличии документа, подтверждающего их соответствие требованиям федеральных авиационных правил <4> (далее - организация по техническому обслуживанию), в зависимости от максимальной взлетной массы ВС и целей использования ВС.

<4> [Пункт 3 статьи 8](#) Воздушного кодекса Российской Федерации.

3. Перечень работ по техническому обслуживанию, выполняемых организацией по техническому обслуживанию в зависимости от максимальной взлетной массы ВС и целей их использования: выполнение технического обслуживания ВС с любой максимальной взлетной массой более 5700 кг;

выполнение технического обслуживания ВС с любой максимальной взлетной массой менее 5700 кг;

выполнение технического обслуживания вертолетов;
выполнение технического обслуживания беспилотных авиационных систем;
выполнение технического обслуживания газотурбинных двигателей;
выполнение технического обслуживания поршневых двигателей;
выполнение технического обслуживания вспомогательных силовых установок;
выполнение технического обслуживания электродвигателей;
выполнение технического обслуживания системы кондиционирования и регулирования давления воздуха в кабине;
выполнение технического обслуживания системы автоматического управления полетом, автопилоты;
выполнение технического обслуживания оборудования связи и пилотажно-навигационного оборудования;
выполнение технического обслуживания дверей и люков ВС;
выполнение технического обслуживания системы электроснабжения и освещения;
выполнение технического обслуживания бытового, специального и аварийно-спасательного оборудования;
выполнение технического обслуживания системы двигателя и вспомогательных силовых установок;
выполнение технического обслуживания системы управления ВС;
выполнение технического обслуживания топливной системы;
выполнение технического обслуживания несущих винтов вертолетов;
выполнение технического обслуживания трансмиссии вертолетов;
выполнение технического обслуживания гидросистемы;
выполнение технического обслуживания системы индикации и регистрации;
выполнение технического обслуживания шасси;
выполнение технического обслуживания кислородного оборудования;
выполнение технического обслуживания воздушных винтов;
выполнение технического обслуживания пневмосистем и вакуумных систем;
выполнение технического обслуживания противообледенительных и противопожарных систем;
выполнение технического обслуживания остекления ВС;
выполнение технического обслуживания конструкции планера ВС;
выполнение технического обслуживания водяного балласта;
выполнение технического обслуживания системы увеличения тяги;
выполнение технического обслуживания системы управления беспилотных авиационных систем;
выполнение работ по неразрушающему контролю.

4. Выполнение технического обслуживания ВС с любой максимальной взлетной массой более 5700 кг и вертолетов осуществляется в зависимости от типов ВС.

5. Выполнение технического обслуживания газотурбинных двигателей осуществляется в зависимости от группы двигателей или конкретного их типа.

6. Выполнение технического обслуживания ВС должно быть подтверждено записями в документации, содержащей эксплуатационные характеристики и ограничения, регламентирующие летную эксплуатацию, техническое обслуживание, поддержание летной годности в процессе эксплуатации ВС <5> (далее - эксплуатационная документация).

<5> [Пункт 21.4](#) Федеральных авиационных правил "Сертификация авиационной техники, организаций разработчиков и изготовителей. Часть 21", утвержденных приказом Министерства транспорта Российской Федерации от 17 июня 2019 г. N 184 (зарегистрирован Минюстом России 6 сентября 2019 г., регистрационный N 55851).

7. Техническое обслуживание осуществляется организациями по техническому обслуживанию по обращению эксплуатанта <6> и (или) владельца беспилотной авиационной

системы и (или) ее элемента, ВС, авиационного двигателя, воздушного винта (далее - эксплуатант, владелец).

<6> [Пункт 3 статьи 61](#) Воздушного кодекса Российской Федерации.

8. Организация по техническому обслуживанию после завершения установленных эксплуатационной документацией работ и проверки частей ВС, в результате которых подтверждена их пригодность к установке на ВС, оформляет талон годности части ВС (далее - Талон).

9. Все вносимые в Талон записи должны быть выполнены на русском языке.

10. Талон оформляется после завершения технического обслуживания частей ВС, не установленных на ВС, и подписывается лицом, уполномоченным организацией по техническому обслуживанию.

11. Эксплуатант или владелец обеспечивает предоставление в организацию по техническому обслуживанию эксплуатационной документации, необходимой для проведения работ по техническому обслуживанию.

12. Организация по техническому обслуживанию по результатам выполненных работ по техническому обслуживанию ВС выдает свидетельство о выполненном техническом обслуживании.

13. Организация по техническому обслуживанию вносит запись о проведении работ по техническому обслуживанию в эксплуатационную документацию.

14. Один экземпляр свидетельства о выполненном техническом обслуживании должен передаваться эксплуатанту или владельцу, второй экземпляр свидетельства о техническом обслуживании должен храниться в организации по техническому обслуживанию после дня его выдачи в течение 1 года.

15. При обращении эксплуатанта и (или) владельца в организацию по техническому обслуживанию должны быть представлены следующие сведения и документы:

а) полное и (или) сокращенное (при наличии) наименование, организационно-правовая форма, адрес в пределах места нахождения, идентификационный номер налогоплательщика (далее - ИНН), номер телефона и адрес электронной почты (при наличии) - для юридического лица;

б) фамилия, имя и отчество (при наличии), адрес регистрации по месту жительства (пребывания), основной государственный регистрационный номер индивидуального предпринимателя, ИНН, номер телефона и адрес электронной почты (при наличии) - для индивидуального предпринимателя;

в) фамилия, имя и отчество (при наличии), адрес регистрации по месту жительства (пребывания), дата и место рождения, страховой номер индивидуального лицевого счета (при наличии), номер, серия и дата выдачи документа, удостоверяющего личность, ИНН, номер телефона и адрес электронной почты (при наличии) - для физического лица, не являющегося индивидуальным предпринимателем;

г) эксплуатационная документация;

д) перечень работ в соответствии с [пунктом 3](#) настоящих Правил.

1.2 Правила технической эксплуатации дистанционно пилотируемых воздушных судов смешанного типа, станции внешнего пилота, систем обеспечения полетов и их функциональных элементов.

Настоящие Федеральные авиационные правила (далее - Правила): регулируют порядок проведения обязательной сертификации гражданских воздушных судов (далее - ВС), авиационных двигателей (далее - АД), вспомогательных двигателей (далее - ВД) воздушных винтов (далее - ВВ), бортового авиационного оборудования ВС, пилотируемых свободных аэростатов, дирижаблей, беспилотных авиационных систем (далее - БАС) и их (или) элементов;

Приказ Министерства транспорта РФ от 27 ноября 2020 г. № 519 «Об утверждении Федеральных авиационных правил «Требования к летной годности гражданских воздушных судов. Форма и порядок оформления сертификата летной годности гражданского воздушного судна. Порядок приостановления действия и аннулирования сертификата летной годности гражданского воздушного судна».

Согласно п. 1 ст. 36 Воздушного кодекса, гражданские воздушные суда, включая БВС с максимальной взлетной массой более 30 кг, допускаются к эксплуатации только при наличии сертификата летной годности, который выдается на основании сертификата типа или акта оценки воздушного судна на его соответствие требованиям к летной годности и к охране окружающей среды. Факт регистрации БВС в качестве гражданского воздушного судна не дает никакого права выполнять на нем полеты без наличия сертификата летной годности.

Регистрация БВС, то есть официальное отнесение его к гражданской авиации, автоматически делает его и его эксплуатанта обязанным соблюдать установленные для гражданской авиации требования, основные из которых, это обязательное наличие у БВС сертификата летной годности (сертификация предусмотрена в соответствии с Воздушным кодексом и Федеральными авиационными правилами «Сертификация авиационной техники, организаций разработчиков и изготовителей. Часть 21» от 17.06.2019 № 184), а также наличие свидетельств внешних пилотов, выданных Росавиацией.

Настоящий стандарт устанавливает основные положения в области общего порядка создания авиационной техники гражданского назначения и наиболее важных видов работ, связанных с созданием и использованием опережающих научно-технических разработок, участием организаций прикладной науки в создании воздушных судов и их составных частей, взаимодействием между организациями — участниками жизненного цикла указанных изделий. Стандарт распространяется на пилотируемые воздушные суда, предназначенные для серийного производства.

При сертификации гражданских воздушных судов, и их компонентов, а также беспилотных авиационных систем и их элементов (далее - авиационная техника (изделие) в случаях, не подпадающих под требования к летной годности и охране окружающей среды, применяются специальные технические условия (далее - СТУ) в соответствии с пунктом 21.16В Правил;

1.3 Методы обработки данных, полученных при использовании дистанционно пилотируемых воздушных судов смешанного типа.

Техническое обслуживание БЛА. Анализ полетов, ошибок пилотирования. Изучение возможных поломок, ремонт и эксплуатация БЛА. Теоретический разбор основных и возможных ошибок при пилотировании БЛА, при построении маршрута. Учет погодных и других условий при пилотировании БЛА. Практическое мастерство. Возможные неисправности БЛА и способы их устранения. Теоретический блок занятий, основанный на примерах распространенных неисправностей БЛА и способах их быстрого устранения. Правила и техника безопасности при работе с БЛА.

Нормативно-техническая документация по эксплуатации беспилотных авиационных систем вертолетного типа. Назначение и основные эксплуатационно-технические характеристики, решаемые задачи дистанционно пилотируемых воздушных судов вертолетного типа, станции внешнего пилота, систем обеспечения полетов и их функциональных элементов. Правила технической эксплуатации дистанционно пилотируемых воздушных судов вертолетного типа, станции внешнего пилота, систем обеспечения полетов и их функциональных элементов. Методы обработки данных, полученных при использовании дистанционно пилотируемых воздушных судов вертолетного типа.

Лекция №4 (12 часов)

Тема 2.2: «Определение технического состояния дистанционно пилотируемых воздушных судов смешанного типа, станции внешнего пилота, систем обеспечения полетов и их функциональных элементов»

Вопросы лекции:

1.1 Автоматизация контрольно-измерительных работ в воздушном пространстве с использованием БЛА.

1.2 Правила наладки измерительных приборов и контрольно-проверочной аппаратуры.

1.1 Автоматизация контрольно-измерительных работ в воздушном пространстве с использованием БЛА.

В 2016 г. в России принята Национальная технологическая инициатива – проект, в который входят программы формирования и развития высокотехнологических рынков. По итогам сессии «Форсайт-Флот» в 2015 г. были выделены девять рынков, один из которых «АэроНет» – «Распределенные системы беспилотных летательных аппаратов». При этом реализация государственных программ в области автоматизации производства в первую очередь касается предприятий оборонного, нефтегазового и энергетического секторов. Для двух последних важным показателем функционирования является экологичность работы установок. Одним из недостатков существующих систем является проблема оперативного получения исходных данных о физико-химической обстановке на территории промышленного объекта и за его территорией.

На данный момент существуют системы контроля ПДК вредных веществ в воздухе в виде стационарных (регулярных) экологических постов и мобильных (передвижных) экологических лабораторий [1]. Мобильное оборудование для аналитических задач особенно актуально для тех компаний, которым нужно выполнять регулярный мониторинг своих объектов в труднодоступных районах и районах со сложной климатической обстановкой. В таких случаях для установки газоанализаторов используют автомобили или другую наземную спецтехнику, а также вертолеты. В частности, компания «Газпром» использовала и использует до сих пор газоанализаторы воздушного базирования, которые устанавливаются на вертолеты Ми-8. Однако, как показала практика применения в том же «Газпроме», использование вертолета с газоанализатором обходится слишком дорого.

Возможное решение проблемы, позволяющее проведение эффективного и непрерывного мониторинга превышения ПДК вредных веществ в воздушном пространстве на больших территориях, не подвергая риску жизнь и здоровье людей, – создание автоматизированной системы мониторинга вредных веществ на базе беспилотного летательного аппарата. Быстрая и достаточно легкая замена контрольно-измерительных приборов обеспечивает адаптивность БПЛА для исследования различных загрязнителей [2]. Разрабатываемая система подразумевает установку портативного многоканального газоанализатора на борт беспилотного летательного аппарата.

Автономность системы обеспечивается бортовым контроллером БПЛА и контроллером газоанализатора, обеспечивающего запись результатов измерения параметров воздушного пространства на цифровой носитель и отправку по каналу связи. Оперативное получение данных измерений позволяет осуществить анализ в режиме реального времени. Постановлением Правительства РФ № 1184 от 29.09.2017 утверждена «дорожная карта», направленная на прогнозирование и развитие технологий беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и применение ее в разных сегментальных рынках [3]. Конечной целью развития программы является формирование конкурентоспособной отрасли беспилотных авиационных систем с выходом на лидирующие мировые позиции.

Основными факторами актуальности автоматизированной системы мониторинга на основе БПЛА являются:

- высокая скорость проведения;
- большая зона покрытия;

- возможность работы в автономном режиме в условиях ограниченной зоны радиобмена;
- селективность и точность определения инспектируемых веществ и координат антропогенного источника.

Целью исследования является повышение эффективности процессов контроля и измерений воздуха мобильными лабораториями за счет разработки и применения автоматизированной системы на базе беспилотного летательного аппарата.

Объект исследования – информационное и программное обеспечение систем технологического процесса контроля и измерений воздуха на базе беспилотного летательного аппарата.

Задачами исследования являются разработка алгоритмов работы и управления системой.

Существующие российские комплексы с использованием БПЛА могут быть использованы для выполнения задач обеспечения экологической безопасности, а также выявления нарушений санитарно-защитных зон, для оценки выноса загрязняющих веществ за границы санитарно-защитных зон, мониторинга работы трубопроводов, оценки сбросов сточных и загрязненных нефтепродуктами вод, оценки деградации полей и пастбищ, в целях выявления лесных пожаров и других ЧС [4]. Однако существующие на рынке готовые решения, например AirSense Drone, не рассматриваются ввиду их большой стоимости и отсутствия возможности изменения состава комплекса и принципов управления.

Материалы и методы исследования

Для решения поставленных задач применялись методы системного анализа, методы графического описания для объектного моделирования в области разработки программного обеспечения, бизнес-процессов, системного проектирования и отображения организационных структур на основе UML и IDEF-диаграмм.

Материалами для исследования являются технологические процессы и нормы в области контроля и измерения воздуха. Экспериментальные исследования основываются на базе квадрокоптера Mavik 2 Pro и микроконтроллеров семейства Arduino (рис. 1).



Рис. 1. Базовые технические компоненты для проведения исследования: а – квадрокоптер Mavik 2 Pro; б – микроконтроллер Arduino Nano V3 (для модуля газоанализатора); в – Arduino UNO R3 (для пульта оператора)

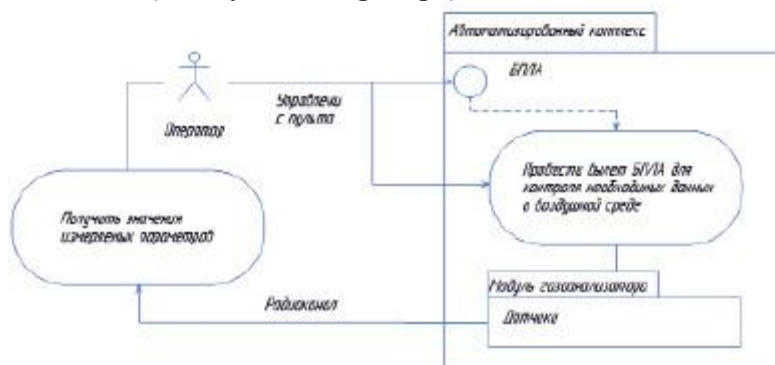


Рис. 2. Диаграмма вариантов использования для разрабатываемой системы

Результаты исследования и их обсуждение

Для описания алгоритмов работы и управления системой воспользуемся диаграммами UML.

Диаграмма вариантов использования (Use Case Diagram) для описания автоматизированной системы мониторинга загрязнения воздуха представлена на рис. 2.

Оператор выполняет удаленное управление системой (автоматизированным комплексом), в состав которого входит БПЛА и газоанализатор со следующими компонентами: датчик влажности, датчик температуры, датчик сероводорода, датчик давления, датчик углекислого газа, датчик метана, устройство записи показаний на SD-карту, датчик GPS/ГЛОНАСС, датчик обнаружения взвешенных частиц (пыли).

Возврат измеренных значений должен выполняться по радиоканалу и дублироваться записью данных на SD-карту.

Тогда диаграмма рассматриваемой предметной области по методологии IDEF0 примет вид, представленный на рис. 3.

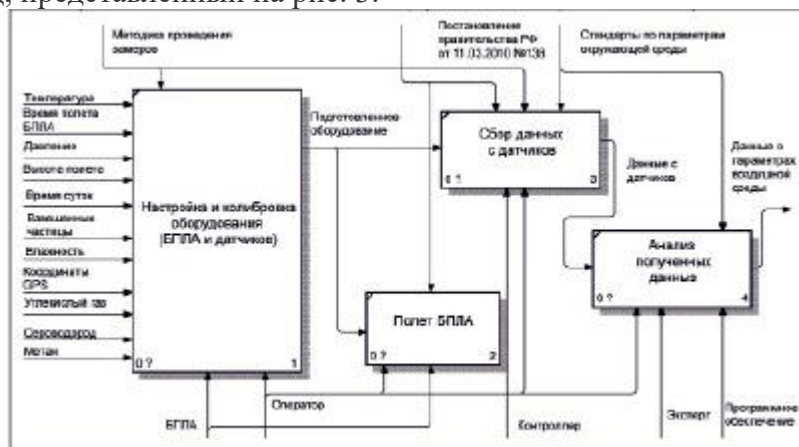


Рис. 3. Диаграмма проекта по методологии IDEF0

Оператор должен «на земле» осуществить настройку и калибровку датчиков, после чего осуществить управление непосредственно БПЛА, вручную или автоматически, по программе полета. Для квадрокоптера Mavik Pro полет может быть спроектирован заранее, по узловым точкам на карте. Сбор данных должен иметь возможность осуществления как в виде непрерывного процесса (с максимально возможной частотой работы самого «медленно-го» датчика), так и с заданным интервалом времени.

Анализ полученных данных с установленных на БПЛА датчиков осуществляется как непосредственно в процессе управления, при помощи показаний с пульта оператора, так и после полета, на основании записей с SD-карты.

Для исследования полученных данных в настоящее время существует целый ряд программ, предназначенных для автоматизированной обработки информации по результатам мульти- и гиперспектральной съемки в интересах исследования состояния компонентов окружающей среды. Они включают набор процедур предварительной коррекции, трансформирования и разнообразные методы классификации, в том числе объектно-ориентированной сегментации изображений в комплексе с геоинформационными технологиями [5].

Диаграмма деятельности системы управления беспилотными летательными аппаратами для автоматизации контрольно-измерительных работ в воздушном пространстве может быть представлена следующими участниками: БПЛА, оператор, контроллер на удаленной части, контроллер на наземной части; блок записи данных на SD-карту, блок измерения показаний окружающей среды (относительной влажности, температуры, атмосферного давления), блок GPS/ГЛОНАСС, блок определения концентрационных значений для инспектируемых веществ (угарного газа, метана, углекислого газа, сероводорода, взвешенных частиц пыли). Опрос датчиков осуществляется циклически, очередность опроса не важна.

В качестве практической реализации данной системы может выступать система, состоящая из двух микроконтроллеров серии Arduino.

Для реализации системы сбора, записи и передачи данных, устанавливаемой на квадрокоптере, целесообразно использование версии контроллера с малым весом и энергопотреблением. Например, таким контроллером может выступить Arduino Nano. К данному

контроллеру возможно одновременное подключение всех ранее названных датчиков. При этом имеется возможность также дальнейшего расширения системы за счет нескольких недействующих цифровых и аналоговых выводов.

Варианты датчиков: DHT22 датчик температуры и влажности; BMP180 датчик атмосферного давления; SUQ GP2Y1010AU0F датчик взвешенных частиц; MQ136 датчик сероводорода; MQ4 датчик метана; MH-Z19B датчик углекислого газа; GY-NEO6MV2 модуль глобального позиционирования GPS; Micro SD Mini TF модуля записи на цифровой носитель; FS1000A модуля радиоканала связи (передатчик).

Систему приема и вывода показаний датчиков (не является обязательной) возможно реализовать на основе микроконтроллера Arduino UNO. Выбор более производительного контроллера обусловлен снижением требований к весу и энергоемкости, а также исходя из условия подключения графического дисплея (2,8 TFT 320*240) для вывода показаний измерений в режиме реального времени.

Заключение

Оценка состава и качества атмосферы – одна из задач, которую способны решать беспилотные летательные аппараты. В отличие от аэростатов, которые ведут линейные измерения атмосферы, БПЛА могут покрывать большие площади, выполняя автономные программы полетов.

Для такого показателя эффективности, как «стоимость проведения работ» БПЛА имеет лучшие (в плане снижения стоимости) показатели как при закупке самого оборудования для проведения работ (стоимость квадрокоптера, Arduino и комплекта датчиков на порядок ниже стоимости вертолета или аэростата), так и при обеспечении самого процесса получения показателей воздушной среды. БПЛА не расходует бензин, стоимость и доступность запасных частей также намного ниже, чем при применении другой, более тяжелой техники.

При применении БПЛА снижаются также и требования к обслуживающему персоналу. Оператору квадрокоптера не нужно проходить длительную специализированную подготовку и получать допуски и сертификаты на управление. Согласование полета в этом случае может быть осуществлено любым физическим лицом с навыками пилотирования.

Скорость подлета и начала съемки с квадрокоптера намного выше, чем при использовании другой летающей техники за счет большой мобильности летательного аппарата. Взлет БПЛА возможен с открытого пространства радиусом от одного метра (а для некоторых моделей даже с руки), что несравнимо с требованиями по наличию специализированных площадок для взлета и большого открытого воздушного пространства около обследуемого объекта в случае применения вертолетов и аэростатов.

Таким образом, собственная разработка и сборка подобных автоматизированных систем измерения на базе БПЛА, ввиду большой доступности, универсальности и низкой цены современных датчиков-анализаторов, является гораздо целесообразнее покупки готовых систем благодаря возможности гибкой перенастройки и модификации под требуемые задачи.

1.2 Правила наладки измерительных приборов и контрольно-проверочной аппаратуры.

Полезная модель относится к комплексным контрольно-проверочным системам, а именно к системам для наземного контроля исправности бортовых систем беспилотных летательных аппаратов, оснащенных автономной системой управления на базе вычислительных средств и радиолокационным визиром. Задачей полезной модели является обеспечение высокой надежности и достоверности результатов комплексной проверки систем БПЛА при одновременном упрощении структуры комплекса. Для достижения заявленного технического результата в комплексе контрольно-проверочной аппаратуры бортовых систем беспилотного летательного аппарата (БПЛА), содержащем имитатор цели с контрольной антенной, связанной посредством радиоканала с антенной радиолокационного визира БПЛА, выход сигналов опорной частоты которого соединен с опорным входом имитатора цели, устройство коммутации, соединенное с бортазъемом БПЛА посредством кабеля цепей соединения с контрольными точками электрооборудования, кабеля цепей передачи команд и кабеля сиг-

нальных цепей, пульт управления и объединенные с ним в локальную вычислительную сеть (ЛВС) посредством интерфейсных магистралей ЛВС, соединенных в концентраторе ЛВС по схеме «звезда», устройство контроля системы управления, устройство контроля электрооборудования и устройство самоконтроля, каждое из которых содержит устройство гальванической развязки, релейный передатчик команд и контрольный процессор, кроме этого, устройство контроля системы управления содержит мультиплексор, входы которого образуют входы измеряемых сигналов устройства контроля системы управления, а к системным шинам ЭВМ контрольного процессора устройства контроля системы управления и контрольного процессора устройства самоконтроля подключены адаптеры мультиплексного канала, в контрольные процессоры устройства контроля системы управления и устройства самоконтроля введены последовательно соединенные блок аналоговых нормализаторов и анализатор аналоговых сигналов, выход которого соединен с системной шиной ЭВМ соответствующего контрольного процессора, выход мультиплексора устройства контроля системы управления соединен с входом блока аналоговых нормализаторов контрольного процессора устройства контроля системы управления, в устройство контроля электрооборудования введены мультиплексор, входы которого образуют входы сигналов контрольных точек устройства контроля электрооборудования, и соединенное с выходом мультиплексора устройство контроля сообщений контрольных точек, выход которого соединен с одним из входов блока аналоговых нормализаторов контрольного процессора устройства контроля электрооборудования, другие входы которого образуют входы измеряемых потенциалов устройства контроля электрооборудования, кроме этого, в устройство самоконтроля введен мультиплексор, вход которого соединен с источником напряжения постоянного тока, а выходы образуют выходы сигналов для измерения устройства самоконтроля, при этом устройство коммутации, выполненное в виде набора клеммных колодок, содержит блок коммутации контрольных точек, через который входы сигналов контрольных точек устройства контроля электрооборудования соединены с соответствующими цепями кабеля цепей соединения с контрольными точками электрооборудования, блок коммутации команд, через который выходы команд устройства контроля системы управления и устройства контроля электрооборудования соединены с соответствующими цепями кабеля цепей передачи команд, блок коммутации сигналов, через который входы релейных и измеряемых сигналов устройства контроля системы управления и входы релейных сигналов и измеряемых потенциалов устройства контроля электрооборудования соединены с соответствующими цепями кабеля сигнальных цепей, блок коммутации имитируемых команд и напряжений, к соответствующим входам которого подключены выходы сигналов для измерения устройства самоконтроля и его выходы команд, блок коммутации имитируемых команд, к выходам которого подключены входы релейных сигналов устройства самоконтроля, и блок коммутации имитируемых контрольных точек, выходы которого в режиме самоконтроля комплекса соединяется с входами блока коммутации контрольных точек посредством кабеля цепей соединения с контрольными точкам электрооборудования.

Полезная модель относится к комплексным контрольно-проверочным системам, а именно к системам для наземного контроля исправности бортовых систем беспилотных летательных аппаратов, оснащенных автономной системой управления на базе вычислительных средств и радиолокационным визиром.

Известно устройство наземного контроля радиолокационных систем управления [1], включающее радиолокационную систему управления, соединенную через устройство сопряжения с устройством регистрации, группу имитаторов, воспроизводящих зондирующий сигнал, уводящий сигнал, прицельный сигнал, многократный сигнал и шумовой сигнал, а также вычислители сигналов управления, сигналов исполнительных устройств и навигационных сигналов, блок контроля и коммутации и блок управления.

Недостатком известного устройства являются ограниченные функциональные возможности, не позволяющие использовать устройство для комплексной проверки всех бортовых систем беспилотного летательного аппарата.

Наиболее близким по исполнению аналогом, принятым в качестве прототипа предлагаемой полезной модели, является комплекс [2] для проверки бортовых систем беспилотного летательного аппарата.

Комплекс по прототипу содержит имитатор цели с контрольной антенной, связанной по радиоканалу с антенной радиолокационного визира БПЛА, пульт управления, выполненный с возможностью задания программы проверки и отображения информации, устройство гарантированного электропитания, устройство коммутации, а также объединенные в локальную сеть с пультом управления посредством интерфейсных магистралей информационного обмена и концентратора локальной сети устройство контроля системы управления, устройство контроля электрооборудования и устройство самоконтроля.

Недостатками комплекса по прототипу являются:

- неэффективное использование постоянно задействованного имитатора цели,
- неоднородность структуры вычислительных устройств комплекса,
- недостаточно высокая надежность устройства коммутации, построенного с использованием электромеханических реле.

Задачей полезной модели является обеспечение высокой надежности и достоверности результатов комплексной проверки систем БПЛА при одновременном упрощении структуры комплекса.

Для достижения заявленного технического результата в комплексе контрольно-проверочной аппаратуры (КПА) бортовых систем беспилотного летательного аппарата (БПЛА), содержащем имитатор цели с контрольной антенной, связанной посредством радиоканала с антенной радиолокационного визира БПЛА, выход сигналов опорной частоты которого соединен с опорным входом имитатора цели, устройство коммутации, соединенное с бортразъемом БПЛА посредством кабеля цепей соединения с контрольными точками электрооборудования, кабеля цепей передачи команд и кабеля сигнальных цепей, пульт управления и объединенные с ним в локальную вычислительную сеть (ЛВС) посредством интерфейсных магистралей ЛВС, соединенных в концентраторе ЛВС по схеме «звезда», устройство контроля системы управления, устройство контроля электрооборудования и устройство самоконтроля, каждое из которых содержит устройство гальванической развязки, релейный передатчик команд и контрольный процессор, выполненный на основе электронно-вычислительной машины (ЭВМ), к системной шине которой подключены контроллер ЛВС, соединенный с соответствующей интерфейсной магистралью ЛВС, устройство дискретного ввода-вывода и устройство мониторинга, соединенное посредством соответствующей интерфейсной магистрали последовательного канала с входом-выходом интерфейса последовательного канала пульта управления, кроме этого, устройство контроля системы управления содержит мультиплексор, входы которого образуют входы измеряемых сигналов устройства контроля системы управления, а к системным шинам ЭВМ контрольного процессора устройства контроля системы управления и контрольного процессора устройства самоконтроля подключены адаптеры мультиплексного канала, при этом в штатном режиме работы комплекса через адаптер мультиплексного канала контрольного процессора устройства контроля системы управления осуществляется информационный обмен с бортовой ЭВМ системы управления БПЛА, а в режиме самоконтроля через адаптеры мультиплексных каналов осуществляется информационный обмен между контрольными процессорами устройства контроля системы управления и устройства самоконтроля, кроме этого, входы релейных передатчиков команд и выходы устройств гальванической развязки устройства контроля системы управления, устройства контроля электрооборудования и устройства самоконтроля соединены соответственно с выходами сигналов управления релейными передатчиками и входами чтения релейных сигналов устройства дискретного ввода-вывода соответствующего контрольного процессора, а выходы релейных передатчиков команд, образующие выходы команд, и входы устройств гальванической развязки, образующие входы релейных сигналов устройства контроля системы управления, устройства контроля электрооборудования и устройства самоконтроля, соединены с соответствующими входами и выходами устройства

коммутации, в контрольные процессоры устройства контроля системы управления и устройства самоконтроля введены последовательно соединенные блок аналоговых нормализаторов и анализатор аналоговых сигналов, выход которого соединен с системной шиной соответствующего контрольного процессора, выход мультиплексора устройства контроля системы управления соединен с входом блока аналоговых нормализаторов контрольного процессора устройства контроля системы управления, в устройство контроля электрооборудования введены мультиплексор, входы которого образуют входы сигналов контрольных точек устройства контроля электрооборудования, и соединенное с выходом мультиплексора устройство контроля сообщений контрольных точек, выход которого соединен с одним из входов блока аналоговых нормализаторов контрольного процессора устройства контроля электрооборудования, другие входы которого образуют входы измеряемых потенциалов устройства контроля электрооборудования, в устройство самоконтроля введен мультиплексор, вход которого соединен с источником напряжения постоянного тока, а выходы образуют выходы сигналов для измерения устройства самоконтроля, при этом устройство коммутации, выполненное в виде набора клеммных колодок, содержит блок коммутации контрольных точек, через который входы сигналов контрольных точек устройства контроля электрооборудования соединены с соответствующими цепями кабеля цепей соединения с контрольными точками электрооборудования, блок коммутации команд, через который выходы команд устройства контроля системы управления и устройства контроля электрооборудования соединены с соответствующими цепями кабеля цепей передачи команд, блок коммутации сигналов, через который входы релейных и измеряемых сигналов устройства контроля системы управления и входы релейных сигналов и измеряемых потенциалов устройства контроля электрооборудования соединены с соответствующими цепями кабеля сигнальных цепей, блок коммутации имитируемых команд и напряжений, к соответствующим входам которого подключены выходы сигналов для измерения устройства самоконтроля и его выходы команд, блок коммутации имитируемых команд, к выходам которого подключены входы релейных сигналов устройства самоконтроля, и блок коммутации имитируемых контрольных точек, выходы которого в режиме самоконтроля комплекса соединяются с входами блока коммутации контрольных точек посредством кабеля цепей соединения с контрольными точками электрооборудования, который вместе с кабелем цепей передачи команд и кабелем сигнальных цепей отключается от бортразъема БПЛА, при этом выходы блока коммутации имитируемых команд и напряжений соединяются посредством кабеля сигнальных цепей с входами блока коммутации сигналов, а входы блока коммутации имитируемых команд соединяются посредством кабеля цепей передачи команд с выходами блока коммутации команд, кроме этого, адресные входы мультиплексоров устройства контроля системы управления, устройства контроля электрооборудования и устройства самоконтроля соединены с выходами сигналов управления мультиплексором устройства дискретного ввода-вывода соответствующего контрольного процессора, а управляющий вход имитатора цели подключен к соответствующему выходу релейного передатчика команд устройства контроля системы управления.

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИ-
ВЕРСИТЕТ»**

Факультет среднего профессионального образования

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К СЕМИНАРСКИМ ЗАНЯТИЯМ

**ПМ.03 Дистанционное пилотирование беспилотных воздушных
судов смешанного типа**

**МДК.03.01 Дистанционное пилотирование беспилотных воз-
душных судов смешанного типа, обеспечение безопасности по-
летов**

**Специальность 25.02.08 Эксплуатация беспилотных авиационных си-
стем**

Форма обучения очная

СЕМИНАРСКОЕ ЗАНЯТИЕ

Тема: Подготовка к эксплуатации элементов беспилотной авиационной системы смешанного типа.

Цель работы: Изучить правила эксплуатации беспилотного воздушного судна.

Общие сведения

Сегодня варианты использования летающих роботов не ограничиваются военными целями. Множество по сути развлекательных аппаратов и дронов для фотосъемки привлекли к себе внимание бизнеса. В ряде случаев их используют для доставки посылок и товаров. Доступность беспилотных воздушных судов для рядовых граждан повышается с каждым днем. Зачастую частные лица при использовании беспилотных воздушных судов допускают нарушения порядка использования воздушного пространства по причине не владения всей информацией о правилах использования воздушного пространства и факторах опасности, связанных с запуском беспилотных летательных аппаратов. Вместе с тем, законодатели стараются не отставать от технического прогресса. Статьей 32 Воздушного кодекса Российской Федерации введено понятие беспилотного воздушного судна, под которым понимается воздушное судно, управляемое в полете пилотом, находящимся вне борта такого воздушного судна (внешний пилот). В статье 58.1 Воздушного кодекса Российской Федерации перечислены права командира беспилотного воздушного судна. Кроме того, введены требования об обязательной регистрации беспилотных воздушных судов массой более 30 кг (пп. 1 п. 1 ст. 33 Воздушного кодекса РФ). В соответствии с п. 1.3. ст. 33 Воздушного кодекса Российской Федерации такие воздушные суда регистрируются в порядке, установленном Правительством Российской Федерации. Однако с учетом того, что до настоящего времени Правительством России такой порядок не установлен, регистрация беспилотных воздушных судов не осуществляется. Следует знать, что физическое или юридическое лицо, планирующее осуществлять запуски беспилотного воздушного судна, согласно п. 2 ст. 11 Воздушного кодекса Российской Федерации должно быть наделено правом на осуществление такой деятельности, а также знать и выполнять правила и процедуры, установленные воздушным законодательством Российской Федерации в сфере использования воздушного пространства. Порядок использования воздушного пространства Российской Федерации, в том числе ВВС, установлен Федеральными правилами использования воздушного пространства Российской Федерации, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 11.03.2010 № 138. Указанными правилами для выполнения полетов беспилотных воздушных судов установлен разрешительный порядок использования воздушного пространства независимо от класса воздушного пространства в котором выполняется полет. 2 Разрешительный порядок использования воздушного пространства подразумевает направление в оперативные органы (центры) Единой системы организации воздушного движения Российской Федерации представленного плана полета воздушного судна, а также получение разрешения центра ЕС ОрВД на использование воздушного пространства. Использование воздушного пространства беспилотным воздушным судном осуществляется посредством установления временного и местного режимов, а также кратковременных ограничений в интересах пользователей воздушного пространства, организующих полеты беспилотным летательным аппаратом. Направление представленного плана полета воздушного судна (ВВС) в центры ЕС ОрВД осуществляется пользователем воздушного пространства в соответствии с Табелем сообщений о движении воздушных судов в Российской Федерации, утвержденным приказом Минтранса России от 24.01.2013 № 13 (далее - Табель сообщений). Пунктом 9 Табеля сообщений предусмотрена возможность представления планов полетов в центры ЕС ОрВД по телефону/факсу. Согласно пункту 49 ФП ИВП полеты беспилотных воздушных судов над населенными пунктами выполняются при наличии у пользователей воздушного пространства разрешения соответствующего органа местного самоуправления, а в городах федерального значения Москве, Санкт-Петербурге и Севастополе - разрешения соответствующих органов исполнительной власти указанных городов. Запуск любого беспилот-

ного летательного аппарата во всем воздушном пространстве Российской Федерации, вне зависимости от названия, типа, веса, страны изготовителя и назначения беспилотного летательного аппарата, без разрешения диспетчерских служб управления полетами представляет прямую угрозу безопасности полетов, особенно: в районах аэродромов, где экипажи воздушных судов осуществляют взлеты и посадки; в населенных пунктах, местах массовых мероприятий и скопления людей. При эксплуатации беспилотных с воздушных судов обратить внимание на следующие рекомендации по безопасности полетов:

1. Необходимо всегда держать беспилотное с воздушное судно в пределах его визуальной видимости.
2. Убедитесь, что район запуска беспилотных с воздушных судов свободен для полетов.
3. Проверяйте исправность своего беспилотного воздушного судна перед каждым полетом. Планируйте полет заранее и учитесь у других.
4. Внимательно изучайте требования и инструкции производителя беспилотных с воздушных судов.
5. Необходимо всегда держаться на большом расстоянии (исключать полеты) в районах аэродромов, вертодромов, посадочных площадок.

Как только Вы запускаете беспилотное воздушное судно, Вы становитесь внешним пилотом. Следовательно, Вы несете ответственность за предотвращение опасных сближений и безопасность полетов. В зависимости от последствий несанкционированного запуска беспилотного летательного аппарата наступает административная, либо уголовная ответственность. Так, использование воздушного пространства при запуске беспилотного воздушного судна без соответствующего разрешения влечет за собой административную ответственность по статье 11.4 Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях в виде наложения штрафа на граждан до пяти тысяч рублей; на должностных лиц до тридцати тысяч рублей; на юридических лиц до трехсот тысяч рублей или административное приостановление деятельности на срок до девяноста суток. Для выполнения коммерческих перевозок или работ требуется, получение специального разрешения авиационных властей. Запрещается: - выполнять полеты, включая любые виды маневрирования, которые могут создавать опасности для других; - летать над людьми, сооружениями или транспортными средствами; - приближаться ближе, чем на 50 метров к людям, сооружениями или транспортными средствами; - летать на высотах выше 150 метров над уровнем земли; - приближаться к выполняющим полет самолетам и вертолетам.

Контрольные вопросы

1. Какую информацию о воздушном судне предоставляет владелец при регистрации?
2. Какие персональные данные заполняются в заявлении?
3. Какой порядок предоставления государственной услуги?

СЕМИНАРСКОЕ ЗАНЯТИЕ

Тема: Изучение техники безопасности при сборке и эксплуатации БЛА смешанного типа.

Цель работы: Изучить правила техники безопасности при эксплуатации беспилотного воздушного судна.

Общие сведения

Согласно технике безопасности любой летательный аппарат должен пройти предполетный осмотр, который определит исправность всех систем. Конечно, коптер нельзя сравнить с пассажирским лайнером, но это не отменяет необходимости проверки перед запуском. В идеале БЛА должен быть готов к полету при половине нормы газа. Также стоит проверить исправность всех деталей. Необходимо проконтролировать, чтобы до то-

го, как дрон будет готов к полету, не было подключения кабеля к плате.

В первую очередь необходимо включить передатчик, убедившись перед этим что газ находится на нулевом значении. Вторым шагом подключаем range extender. После этих действий можем включать сам аппарат. На загрузку навигации дрону требуется от 60 до 90 секунд.

Для того чтобы пилотирование было контролируемым, необходимо, чтобы аппарат определил необходимое число спутников GPS. Только после этого можно разблокировать пропеллеры. Теперь можно взлетать. Еще одним параметром, требующим проверки, является точка возвращения. Если точка возврата не установлена, необходимо перезагрузить аппарат и обновить GPS спутники и координаты точки возвращения. Сбой в навигации может стать причиной потери управления коптером, которая в свою очередь может иметь трагические последствия.

После того, как дрон завершит свой полет, его можно отключить. При этом передатчик стоит оставить включенным. Осуществляя настройку или испытания коптера, сначала снимите пропеллеры. Это позволит избежать случайных травм. Брать дрон в руки разрешено только после того, как пилот удостовериться в его отключении.

Для новичков идеально подойдут небольшие по размеру модели. Освоив их, можно переходить к управлению более габаритными аппаратами. Наиболее безопасными считаются модели, в которых не использованы карбон и стекловолокно, поскольку данные материалы способны нанести серьезные травмы людям и повреждения имуществу. Пилотирование дрона требует некоторых навыков, получать которые выгоднее на недорогой и легкой модели. К тому же в таком случае поломка из-за ошибки пилота обойдется куда дешевле во всех отношениях.

После покупке не стоит сразу переходить к полетам. Прежде всего, нужно внимательно изучить инструкцию. Для начала эксплуатации оптимально подойдут простые режимы. Освоив их, можно использовать более сложные. У качественных дронов, например из серии под названием Phantom, чаще всего есть системы стабилизации.

Не лишним также будет использовать родное ПО от производителя. Автопилот способен здорово выручить пилота при возникновении опасной ситуации. Аппараты серии Фантом оснащены автопилотом с режимом Failsafe, созданным чтобы спасти дрон при крушении. В критических ситуациях данный режим предусматривает три варианта действий:

- возвращение к точке взлета;
- выход на указанную высоту и возврат к месту взлета;
- плавная посадка.

Каждый из этих вариантов может здорово выручить пилота в аварийной ситуации.

Правила управления дроном

Пилот дрона должен всегда помнить о том, на какое время полета рассчитаны батареи аппарата. Не стоит совершать полет более длительный, чем указано в инструкции. Несоблюдение любой из рекомендаций изготовителя грозит как минимум повреждение дрона. В случае снижения тяги может возникнуть дестабилизация и авария дрона, которая в свою очередь грозит травмами и ущербом. Многие страны уже ввели законы, которые регламентируют использование коптеров и запрещают их запуск вблизи людей. Причиной данного ограничения являются несчастные случаи, произошедшие в последние годы.

На определенном расстоянии любой коптер является потенциально опасным для окружающих. Причиной трагедии может стать не только ошибка пилота, но и банальный сбой в программном обеспечении. Соблюдение безопасной дистанции необходимо при каждом запуске аппарата и является первым правилом безопасности. Даже самый легкий дрон способен нанести серьезные травмы и даже убить человека. В целях безопасности стоит не выпускать дрон из поля зрения и следить за перемещением людей вокруг.

Еще одним важным правилом безопасности является поведение после падения дрона. Категорически запрещается сразу поднимать аппарат с земли. Именно такое пове-

дения зачастую заканчивается увечьями пилота от пропеллеров. Правильнее всего будет набросить на вещь покрывало или куртку. После этого необходимо отключить питание. И лишь выполнив все эти действия, можно начинать разбираться в причинах крушения.

Контрольные вопросы

1. Правила эксплуатации БЛА на земле и рекомендации?

СЕМИНАРСКОЕ ЗАНЯТИЕ

Тема: Изучение системы посадки

Цель работы: Изучить системы посадки

Общие сведения

Посадка представляет собой самый сложный этап полета ЛА, поскольку здесь происходят значительные изменения режимов полета, а на завершающем этапе посадки ЛА должен быть выведен на весьма ограниченный участок земной поверхности — взлетно-посадочную полосу (ВПП). Обеспечение посадки самолетов в сложных метеоусловиях днем и ночью при отсутствии визуальной видимости является одной из важнейших задач, от успешного решения которой во многом зависит эффективность боевого применения авиации. Статистика свидетельствует о том, что на этот этап приходится значительная, а порой и наибольшая доля летных происшествий. Целью данной статьи является — проанализировать существующие системы посадки самолетов, их особенности, преимущества и недостатки, а также рассмотреть их роль в обеспечении безопасности воздушного движения.

Основная часть

КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ПОСАДКИ

Заход воздушного судна на посадку — один из заключительных этапов полета воздушного судна, непосредственно предшествующей посадке. Он представляет как маневрирование по заданной схеме для выведения воздушного судна на предпосадочную прямую, движение по предпосадочной прямой с соблюдением заданных горизонтального и вертикального профилей, с целью выведения воздушного судна на точку приземления. Заходы на посадку делятся на инструментальные и визуальные (Рисунок 1.). Инструментальные заходы на посадку делятся на точные и неточные. Точные заходы на посадку обеспечивают наведение воздушного судна на конечном этапе захода на посадку (предпосадочная прямая) по курсу и высоте. Неточные заходы на посадку обеспечивают наведение воздушного судна на конечном этапе захода на посадку (предпосадочная прямая) только по курсу [1-6].



Рисунок 1. Классификация заходов на посадку

По составу техники РТО системы посадки делятся на следующие организационно-технические комплексы:

1. Система посадки ОСП обеспечивает экипажу ЛА, оборудованного соответствующей аппаратурой, выход в район аэродрома, выполнение маневра для захода на посадку, снижение до высоты, определенной для каждого типа самолета, с последующим визуальным снижением и приземлением (Рисунок 2.). Достоинством системы ОСП является простота и минимальное наземное оборудование, а недостаток низкая точность.

Состав: приводные радиостанции, радиопеленгаторы, МРМ, КНС (МИ), светооборудование, АПМ (АПП), связные радиостанции [2].

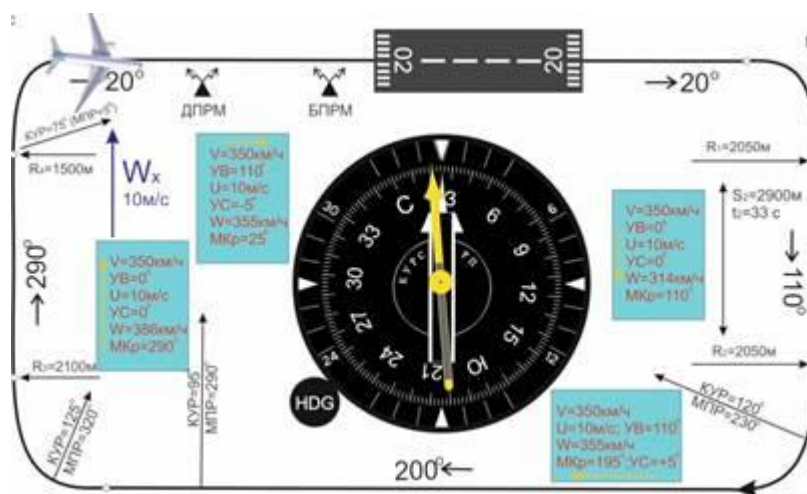


Рисунок 2. Заход на посадку по системе ОСП

2. Системы посадки ОСП с РСР обеспечивают экипажу ЛА выход в район аэродрома, выполнение маневра для захода на посадку в СМУ, а также снижение по глиссаде и курсу посадки при управлении по командам руководителя зоны посадки с земли через УКВ радиостанции с последующим визуальным снижением и приземлением. Достоинством этой системы является высокая точность и отсутствие на борту специального оборудования. Недостаток- необходимость иметь на аэродроме посадочного радиолокатора.

3. Система посадки с РСР, VOR и ILS в сочетании с необходимым бортовым радионавигационным оборудованием дает возможность автоматизировать процесс пилотирования самолета на этапах привода на аэродром и посадки.

Система обеспечивает летчика, бортовую систему управления непрерывной информацией, необходимой для пилотирования самолета, а на заключительном этапе полета – о положении самолета относительно линии курса, глиссады планирования и о дальности до начала ВПП (Рисунок 3).

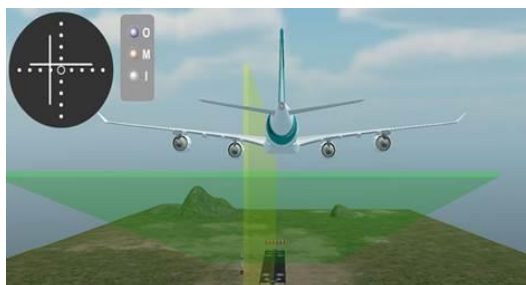


Рисунок 3. Заход на посадку по системе ILS

Различают РМС 1, 2 и 3 категорий (Рисунок 4.), которые удовлетворяют требованиям ИКАО соответственно 1, 2 и 3 категориям минимума погоды [1].

РМС 1 категории обеспечивает данные для управления воздушным судном от границы зоны действия до точки, в которой линия курса пересекает линию глissады на высоте 60 м или менее над горизонтальной плоскостью, находящейся на уровне порога ВПП. РМС 2 категории - до высоты 30 м или менее и РМС 3 категории - до поверхности ВПП и вдоль нее.

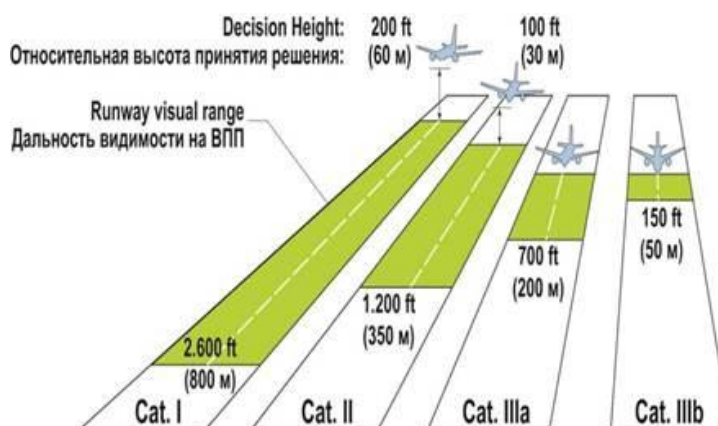


Рисунок 4. Категории инструментальной системы посадки

Достоинством данной системы является высокая точность и удобства пилотирования, а также возможность автоматизация посадки. Недостаток- сложность эксплуатации и громоздкость оборудования.

Спутниковая система функционального дополнения SBAS

SBAS – система функционального дополнения, в которой пользователь принимает корректирующие поправки от передатчика, установленного на *геостационарном спутнике*.

Спутники SBAS ретранслируют принятые данные, на бортовые приемники SBAS. В качестве спутников SBAS применяются геостационарные спутники связи.

Зона действия SBAS определяется зоной охвата территории станциями наземной инфраструктуры и зоной действия спутников SBAS (Рисунок 5).

В пределах зоны действия обеспечивается полет самолета по маршруту, в зоне аэродрома, а также заход на посадку с уровнями APV-I и APV-II. Причем, операции захода на посадку APV-I и APV-II могут осуществляться только в определенных, назначенных областях, а не во всей зоне действия системы SBAS [4].



Рисунок 5. Зоны покрытия геостационарных спутников SBAS

Бортовых приемники *GARMIN GNS 430W* и *GNS 530 W* являются комплексным (интегрированным) оборудованием, которое включает в себя аппаратуру для приема и обработки сигналов спутников *GPS*, *SBAS*, радиомаяков *VOR*, радиомаяков *KPM (LOC)* и *ГРМ (GS)* системы посадки *ILS*, а также УКВ радиостанции связи (*COM*).

Достоинством данной системы является всенаправленности захода на посадку, и не требует установки сложных радионавигационных систем на аэродроме. Однако ее использование ограничено зонами покрытия геостационарных спутников [4].

Наземные системы функционального дополнения *GBAS* и *GRAS*

GBAS и *GRAS* - системы функционального дополнения, в которых приемник пользователя принимает корректирующие (дифференциальные) поправки непосредственно от наземного передатчика.

Системы состоят из наземной инфраструктуры и бортового оборудования (приемники *GBAS*).

В состав наземной инфраструктуры системы *GBAS* входит одна или несколько контрольно-корректирующих станций (ККС) - для измерения координат по навигационным спутникам и вычисления поправок, и передатчик с антенной - для передачи дифференциальных поправок на самолет. Дифференциальные поправки и другая информация передаются в УКВ диапазоне по линиям цифровой передачи данных [4].

Процедура точного захода на посадку по категории I в системе *GNSS* обозначается, как процедура захода по *GLS (GBAS Landing System)* (Рисунок 6).

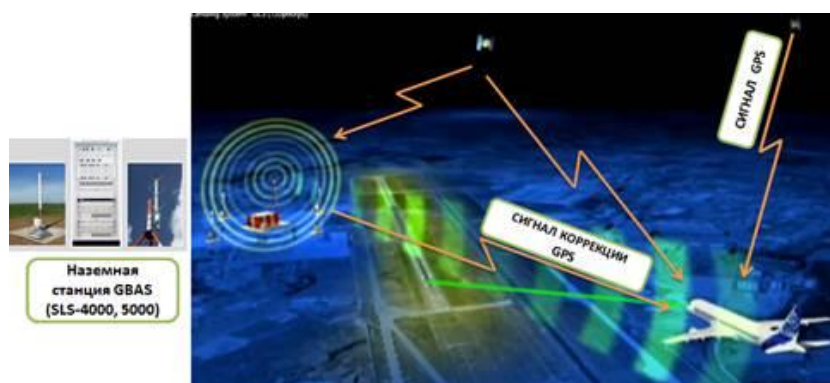


Рисунок 6. Посадка по *GBAS*

Наземная станция *GBAS*, определив дифференциальные поправки, передает их с помощью передатчика, работающего на ненаправленную антенну, на самолетный приемник *GBAS* (Рисунок 7). Передача поправок производится в УКВ диапазоне (108 - 117,975 МГц). Частота выдачи дифференциальных поправок не менее 2 Гц.

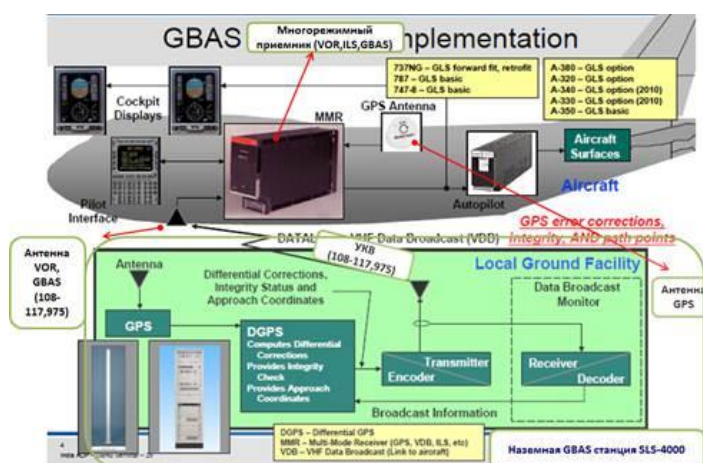


Рисунок 7. Взаимодействия *GBAS* с бортовым многорежимным приемником *MMR*

JPALS (Joint Precision Approach and Landing System)

JPALS (Joint Precision Approach and Landing System) — это современная система посадки, предназначенная для обеспечения высокоточной навигации и посадки воздушных судов, включая военные самолеты, в любых условиях, особенно при ограниченной видимости или в условиях плохой погоды. JPALS разработан для использования на военных и гражданских аэродромах и базируется на глобальных навигационных спутниковых системах (GNSS), таких как GPS. Точность посадки от 1 м до 20 см (Рисунок 8).



Рисунок 8. Посадка л/а по системе JPALS

Заключение

Анализ различных систем посадки показывает, что каждая из них обладает как достоинствами, так и недостатками, которые определяют их пригодность в зависимости от конкретных условий эксплуатации. Система ОСП отличается простотой и минимальными требованиями к наземному оборудованию, но ограничена низкой точностью, что может быть критичным в сложных погодных условиях.

Система посадки ОСП с РСР обеспечивает высокую точность и не требует специального оборудования на борту, однако наличие посадочного радиолокатора на аэродроме является обязательным. Система ILS предоставляет высокую точность, удобство пилотирования и возможность автоматизации посадки, но сложность эксплуатации и громоздкость оборудования является ее недостатком.

Спутниковая система SBAS обладает значительным преимуществом в виде всенаправленности захода на посадку и не требует установки сложных радионавигационных систем на аэродроме. Однако ее использование ограничено регионом покрытия геостационарных спутников.

Система JPALS, которая применяется для судов и позволяет достигать точности посадки от 1 м до 20 см, имеет возможности для мобильного развертывания и высокую точность, что является большим преимуществом. Однако она ограничена в использовании на летательных аппаратах, которые оснащены необходимыми приемниками JPALS, а также зависимость от GPS накладывают ограничения на ее применение в условиях постановки помех для GPS.

Таким образом, выбор системы посадки должен учитывать как технические характеристики, так и географические условия, что позволит оптимально использовать данные системы в различных ситуациях.

Контрольный вопрос

1. От чего зависит выбор системы посадки?

СЕМИНАРСКОЕ ЗАНЯТИЕ

Тема: Предполетная подготовка БЛА смешанного типа.

Цель работы: изучить предполетную подготовку БЛА смешанного типа.

1 Общие сведения

Для того чтобы осуществить полет, необходимо сначала подготовить оборудование и инструменты, а именно:

- квадрокоптер;
- пульт дистанционного управления;
- очки или экран;
- аккумуляторные батареи для квадрокоптера, пульта управления, очков или экрана;
- запасные пропеллеры;
- ремешок для крепления аккумуляторной батареи;
- ремешок для переноски пульта управления;
- набор гаечных ключей и отверток;
- ноутбук;
- нагреватель аккумуляторных батарей (он нужен для проведения полетов при низких температурах окружающей среды).

Предполетная подготовка – это не только комплектование квадрокоптера, но и подготовка зоны проведения полета. При полете в помещении необходимо:

- разместить специальную сетку в форме куба;
- ограничить доступ людей к сетке;
- расположить зрителей или помощников за спиной пилота.

При полете на открытом пространстве необходимо:

- оформить разрешительную документацию;
- подготовить ровную площадку для взлета и посадки квадрокоптера;
- ограничить доступ людей в зону проведения полетов;
- по возможности оградить зону проведения полетов;
- расположить зрителей или помощников за спиной пилота;
- проверить, позволяют ли погодные условия осуществить полет;
- обеспечить безопасность.

Стоит также отметить, что производить полеты нужно вдали от аэродромов и аэропортов, избегать полетов рядом с массовыми скоплениями людей, с линиями электропередач, частными или закрытыми территориями.

Квадрокоптер не так опасен или сложен в эксплуатации, как пассажирский самолет, но несмотря на это, вы – пилот и должны иметь предполетный контрольный лист, включающий в себя перечень необходимых действий, которые необходимо выполнить перед запуском квадрокоптера. Он позволяет убедиться в том, что полет не будет опасен для людей или имущества. Контрольный лист меняется в зависимости от целей и мест полета, квалификации пилота и типа БПЛА.

Рассмотрим только самые необходимые и обязательные для выполнения аспекты.

1. Необходимо убедиться, что у вас есть любой из доступных способов узнать, где находится передняя часть квадрокоптера. Во время настройки квадрокоптера вы назначаете ему переднюю часть, после этого ее обозначаете. Обозначить переднюю часть квадрокоптера можно с помощью цветной ленты. Также используются световые индикаторы. В случае с FPV-квадрокоптерами информация о направлении будет полезна только на земле перед полетом, так как при старте мы будем в очках и не увидим дрон.

2. Необходимо убедиться, что аккумуляторные батареи аппаратуры управления, квадрокоптера и очков заряжены. Помните, что если аккумуляторная батарея любого из этих устройств разрядится во время выполнения полета, то FPV-квадрокоптер может быть потерян.

3. Убедитесь, что датчики квадрокоптера откалиброваны. Это можно сделать с по-

мощью ноутбука. Калибровать датчики необходимо перед каждым полетом на новом месте.

4. Слегка встряхните квадрокоптер. Ничего не должно стучать, болтаться или выпадать. Данный пункт особенно актуален, после того как беспилотник уже выполнял жесткую посадку.

5. Осмотрите квадрокоптер. На квадрокоптере не должно быть сколов, все провода должны быть целыми, выступающие части не должны пересекаться с пропеллерами.

6. Убедитесь, что пропеллеры установлены правильно. Напоминаем, что соседние пропеллеры должны иметь зеркальную геометрию.

7. Убедитесь в том, что пропеллеры надежно закреплены и не повреждены. Пропеллеры должны быть без царапин и сколов, не деформированы. После потери пропеллера практически невозможно осуществить мягкую посадку квадрокоптера. Поврежденные пропеллеры могут разрушиться при взлете и причинить вред людям и имуществу.

8. Установите аккумуляторную батарею на квадрокоптер и убедитесь, что она жестко закреплена на месте. Для закрепления используются специальные ремешки.

9. Установите дрон на ровную подготовленную поверхность лицевой частью от пилота.

10. Сначала включите аппаратуру управления, затем подключите питание квадрокоптера. При включении аппаратуры управления необходимо перевести все тумблеры в нулевое положение. Важно следить за положением тумблеров и случайно не задеть их при включении квадрокоптера. При подключении питания к беспилотнику держите руки как можно дальше от пропеллеров.

11. Убедитесь, что безотказно выполняются команды «ARM» и «DISARM». Для этого подайте соответствующие команды и посмотрите на реакцию квадрокоптера. При выполнении команды «ARM» пропеллеры должны вращаться на низких оборотах, квадрокоптер не взлетает. При выполнении команды «DISARM» вращение пропеллеров прекращается.

12. Убедитесь, что очки работают штатно. Для этого снимите защитную крышку с объектива камеры и включите очки. Изображение должно быть четким, задержка видеопотока должна быть минимальной.

13. Проверьте радиус действия передатчика управляющих сигналов. Для этого постепенно отходите от квадрокоптера на максимально возможное расстояние, периодически проверяя уровень сигнала и выполняя команды «ARM» и «DISARM». Если сигнал стабильный, а квадрокоптер работает штатно, то переходим к следующему пункту.

14. Убедитесь, что полетная зона полностью свободна. Если кто-то находится в зоне полета, сообщите им, что идет полет БПЛА и не стоит приближаться до тех пор, пока квадрокоптер не осуществит посадку и не остановит вращение двигателей.

15. Убедитесь, что погодные условия позволяют осуществить полет. Не должно быть сильного ветра или осадков.

Выполнив эти шаги, можно начинать полет. Не стоит пренебрегать контрольным листом, ведь от этого зависит сохранность аппаратуры и безопасность окружающих.

Задача каждого пилота (независимо от опыта пилотирования) во время тестового полета – убедиться, что все работает в штатном режиме и настроено правильно.

При выполнении первого полета также необходимо соблюдать контрольный лист, описанный ранее.

Кроме того, необходимо сделать следующее:

1. Проверить настройки радиоаппаратуры. Бывают ситуации, когда каналы управления инвертированы, некорректно настроены тумблеры для переключения режимов или для подачи управляющих сигналов. Уделите особое внимание настройке Failsafe и Killswitch. Данные команды помогут сохранить не только квадрокоптер, но и обеспечат безопасность людей и имущества.

2. При тестировании квадрокоптера рекомендуется выполнять полет в режиме

Stabilised. Данный режим может спасти квадрокоптер от переворота в воздухе. Это правило особенно актуально для людей с небольшим опытом пилотирования.

3. Первый полет рекомендуется выполнять на открытой площадке при полном отсутствии посторонних людей. Квадрокоптер может повести себя непредсказуемо даже при соблюдении всех правил. Такие ситуации могут возникнуть из-за неисправности электроники.

Чрезвычайные ситуации при выполнении первого полета – не редкость, поэтому необходимо знать, как действовать в случае того или иного происшествия.

На этот случай есть план, описывающий действия при чрезвычайных ситуациях. Рассмотрим только ситуации, происходящие на малых высотах при взлете:

#1 Квадрокоптер резко отклонился от курса. Данная ситуация может возникнуть как по какой-то причине, так и без причины. Если вы не обладаете достаточными навыками пилотирования, лучше дать квадрокоптеру упасть. Для этого убавьте газ до минимума или включите Killswitch. Действуйте быстро: из-за долгих поисков решения дрон может улететь в опасном направлении или начнет бесконтрольно набирать высоту.

#2 Квадрокоптер быстро приближается к людям. Оптимальным решением в данной ситуации является максимальный газ и набор высоты. Почему не экстренная остановка двигателей? Падать квадрокоптер будет медленнее, чем набирать высоту при полном газе, поэтому высока вероятность столкновения с людьми, ведь после остановки двигателей квадрокоптер по инерции будет лететь в сторону предыдущего движения. Важно отметить, что данное решение стоит принимать только если вы уверены в том, что квадрокоптер работает в штатном режиме и выполняет управляющие команды. Если же не уверены, экстренно останавливаем двигатели, чтобы избежать аварий и травм. Вращающиеся пропеллеры могут принести гораздо больше вреда, чем столкновение с выключенным дроном.

#3 Квадрокоптер теряет пропеллер. Потеря пропеллера влияет на тягу двигателей. Как показывает практика, в такой ситуации удержать квадрокоптер и посадить его мягко практически невозможно, но стоит попытаться, если вокруг нет людей. Для этого пытаемся выровнять дрон с помощью отклонения по рысканью, с минимальным газом. При приближении к земле осторожно увеличиваем газ, чтобы не столкнуться с землей.

#4 Квадрокоптер не реагирует на ввод управляющих сигналов. Данная ситуация является самой опасной, ведь в случае отказа управляющей аппаратуры практически невозможно ничего предпринять. Все, что мы сможем сделать, – проверить уровень заряда аккумуляторной батареи управляющей аппаратуры и предупредить окружающих об опасности.

Контрольные вопросы

1. Какие действия предполагает предполетная подготовка?

СЕМИНАРСКОЕ ЗАНЯТИЕ

Тема: Симуляция полетного задания БЛА смешанного типа.

Цель работы: изучить процесс имитации полёта.

1 Общие сведения

Симуляция полётного задания беспилотного летательного аппарата (БПЛА) смешанного типа — это процесс имитации полёта на гибридном БПЛА, который включает элементы мультироторного и самолётного типов. Такие симуляции предназначены для обучения операторов и пилотов, отработки навыков управления в различных ситуациях, в том числе в условиях экстремальной погоды или аварийных ситуаций.

Виды

Для симуляции полётного задания БПЛА смешанного типа используются программно-аппаратные комплексы. Они позволяют:

- изучить основные этапы, методы планирования, подготовки и выполнения полётов на БПЛА;
- отработать полётные манёвры, в том числе противоаварийные;
- изучить принцип работы с программным обеспечением наземной станции контроля (НСУ) для планирования и составления полётного задания.

Некоторые компоненты симуляторов:

Программное обеспечение — реалистично моделирует динамику полёта, учитывает настройки стабилизации, центр масс аппарата и параметры среды.

Аппаратная часть — имитирует управление реальным БПЛА с помощью джойстиков, педалей, рулей и других элементов управления.

Функции

Симуляторы могут включать:

Обучающие сценарии — задания различной сложности, например, взлёт и посадка для начинающих, маневрирование на скорость для продвинутых пользователей.

Миссии — задания по доставке грузов, мониторингу, ориентированию по карте, тушению пожаров и полётам в ночное время.

Режим полёта на трассах — для отработки маневрирования на скорость и проведения гоночных турниров.

Симуляцию погодных условий — возможность настраивать время суток, скорость и направление ветра, условия видимости (солнце, туман, дождь).

Где

Примеры симуляторов для отработки полётного задания БПЛА смешанного типа:

AgroTechSim ATA-SW-03 — тренажёр для подготовки операторов БПЛА мультироторного и самолётного типов. Имитирует полёт в лабораторных условиях, отрабатывает нестандартные ситуации, моделирует отказы систем и механизмов БПЛА.

«АЭРОСИМ» — российская образовательная платформа-симулятор для обучения навыкам управления беспилотниками, включает обучающие уровни, миссии и режим полёта на трассах.

В основе любой подготовки лежат комплексы позволяющие обучающимся осваивать в безопасном режиме тонкости реального пилотирования того или иного дрона, не опасаясь повредить или разбить его.

В учебно-тренировочном комплексе есть симулятор полета - виртуальная часть, в которой можно, глядя на монитор, управлять виртуальным дроном в самых разных локациях - например, в городе или на природе - и при различных погодных условиях. В учебных полетах на тренажере также участвуют и настоящие дроны. Виртуальные комплексы позволяют обучающимся гораздо быстрее и проще осваивать учебный курс по подготовке операторов. "Они смогут в безопасном режиме отрабатывать на нем те навыки пилотирования, которые достаточно сложно изучить при полете на улице, в полевых условиях".

Давайте рассмотрим их разновидности:

Тренажер «Оператор БЛА»

Предназначен для подготовки операторов и пилотов гражданских беспилотных воздушных судов мультироторного и самолетного типов (летающее крыло). Комплекс позволяет изучить основные этапы, методы и правила составления полетной программы для летательного аппарата, а также овладеть базовым навыкам планирования, подготовки и выполнения полетов.



Комплекс позволяет наблюдать весь процесс полёта модели с различных ракурсов, а также непосредственно управлять выбранным аппаратом. Программное обеспечение тренажера реалистично моделирует динамику полёта летательного аппарата в режиме прямого радиоуправления и учитывает настройки стабилизации, центр масс аппарата, и параметры среды. Также комплекс может поставляться в комплектации с модулем симуляции процесса составления полётного задания и выполнения полностью беспилотного полета. Данный модуль реалистично имитирует поведение БЛА на основе полетного задания и показания датчиков, а также выполняет управление полетом виртуального ЛА и передает телеметрические данные на имитируемую НСУ.

Тренажер предназначен для выполнения следующих видов обучения:

- Первичного обучения операторов принципам управления БЛА;
- Получение базовых моторных навыков пилотирования для разных типов БЛА;
- Отработка моторных навыков управления скоростными БЛА в режиме FPV;
- Подготовки к выполнению реальных полётов;
- Поддержания навыков операторов;
- Отработка навыков составления полетного задания (при наличии модуля).



Программный комплекс может обеспечивать:

- Реализацию процесса полета и управления, а также работы ПО для составления полетного задания и программирования виртуально ЛА, (с возможностью адаптации по под конкретный аппарат и систему).
- Моделирование полета ЛА с визуализацией и без визуализации, исключительно «по датчикам» с нанесением метки на карту для симуляции отсутствия прямой связи.
- Разработку маршрута полета БЛА во встроенном редакторе полетных заданий;
- Получение знаний по производству операций предполетной и послеполетной подготовки;
- Моделирование и симуляция управления БЛА в процессе полета в различных метеоусло-

виях;

-Отработку действий оператора в нештатных ситуациях.

Программное обеспечение состоит из нескольких учебных модулей, (в зависимости от комплектации) позволяющих изучить разные аспекты программирования и управления БЛА.

Модуль «Пилотирование БЛА» – Данный модуль позволяет с помощью трехмерной графики и проработанного физического движка произвести непосредственный полет на выбранном аппарате в ручном режиме с помощью пульта дистанционного управления, полностью повторяющего реальный аналог. В данном режиме производится реалистичная симуляция физики полета ЛА с учетом его аэродинамических характеристик, настроек системы стабилизации, массы, габаритов, условий внешней среды.

Данный модуль обеспечивает следующий функционал:

- Процесс прямого пилотирования, с помощью пульта управления, летательным аппаратом;
- Содержит различные виртуальные мультироторные аппараты с разными физическими характеристиками полёта, в том числе аналоги моделей популярных аппаратов;
- Содержит различные типы ландшафта: поле, городская среда, лесополоса, закрытый для полётов объект;
- Гибкие настройки физики летательных аппаратов;
- Различные режимы полётов: обучение, гонка, свободный режим;
- Полёт по кольцам с фиксацией времени пролёта;
- Дополнительный модуль «выполнение специализированных задач»: поиск объектов с помощью тепловизора, слежение за объектом;
- режим визуализации полета от первого лица для изучения БАНО и определения направления полета;
- Поддержка воспроизведения в VR режиме с имитацией управления от первого лица;
- Поддержка воспроизведения в VR режиме с имитацией управления в FPV режиме;
- Реалистично имитирует общее устройство интерфейса популярного ПО пилотирования ЛА;
- Поддерживает съёмку фото и видео контента;
- Поддерживает управление камерой летательного аппарата;
- Поддерживает оригинальный пульт управления DJI;
- Поддерживает имитацию систему управления дроном большинство функций DJI (возврат домой, режимы полёта, полёт по GPS, предупреждения, ошибки).



Данный модуль обеспечивает следующий функционал:

- Поддержка различных моделей местности с загрузкой карт-планов из сети;

- Поддержка моделирования полетов в условиях гор и застройки;
- Составление полетного задания на трехмерной карте местности;
- Определения места посадки;
- Визуализацию полета посредством управляемой камеры для наблюдения за ходом выполнения полетного задания;
- Вывод на экран информации о скорости летательного аппарата, высоте и направлении полета, скорости и направлении ветра;
- Различные типы миссий – путевые точки, линейная, круговая, периметр, сканирование территории;
- Планирование миссий для фотограмметрии;
- Импорт матрицы высот;
- Импорт актуального ортофотоплана в качестве подложки карты;
- Профиль высот всех точек;
- Режим следования рельефу;
- Программный симулятор;
- Загрузка маршрута частями для замены батарей при выполнении больших миссий;
- Инструмент для геопозиционирования фотографий;
- Запись и проигрывание телеметрии;
- Отображение позиций центров фотографирования на карте;
- Бесполетные зоны, реестр аэропортов;
- Создание собственных беспилотных зон;
- Управление несколькими дронами в рамках одной миссии;
- Возможность подключения реальных аппаратов.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается процесс имитации полета?
2. Для чего предназначен Тренажер «Оператор БЛА»?
3. Для чего нужен Модуль «Пилотирование БЛА»?
4. Виды обучения на тренажере?

СЕМИНАРСКОЕ ЗАНЯТИЕ

Тема: Подключение и настройка НСУ БЛА смешанного типа.

Цель работы: изучить процесс подключения и настройки НСУ БЛА смешанного типа.

1 Общие сведения

Наземная станция управления (НСУ) для БЛА смешанного типа предназначена для управления беспилотным летательным аппаратом (БЛА), просмотра и записи видеоизображений в реальном масштабе времени. НСУ работает под управлением специального программного обеспечения, обеспечивает управление БЛА и получение от него данных телеметрии.

Комплект поставки НСУ может включать модуль связи и управления, антенну, кабель МСйУ, ноутбук с установленным СПО и другие элементы.

Подключение

Некоторые этапы подключения НСУ для БЛА смешанного типа (на примере НСУ-2.0):

Подключить мастер-пульт к модулю управления 100-м RG45 (витая пара) проводом.

От модуля управления — 10-м RG45 (витая пара) проводом к видеомодулю.

При подключении FPV-дрона (управление 915 TBS, видео 5.8) — забиндить дрон: подключить к мастер-пульту проводом BNC 1 м в разъем на управление (включён про-

водной режим), выбрать на свистке TBS и нажать кнопку «Ок». Важно: бинд нужно провести после загрузки прошивки.

Настройка

Некоторые этапы настройки НСУ для БЛА смешанного типа (на примере работы с двухчастотной связью):

- В настройках НСУ установить стартовые частоты для передатчиков.
- Установить частоты синхронизации БПЛА — частоты, на которых планируется вылет БПЛА.
- Настроить частоту видеоприёмника, выбрав необходимый band и канал.
- Включить передачу данных на НСУ согласно инструкции производителя.
- Подтвердить подключение антенн.
- Включить БПЛА и дождаться бинда двух приёмников с двумя передатчиками НСУ (непрерывное свечение светодиодов на двух приёмниках).
- Подтвердить синхронизацию передатчика 1 в блоке управления НСУ, передатчика 2 — в том же блоке. Процедура синхронизации передатчиков может отличаться в зависимости от типов приёмников и передатчиков.

Контрольные вопросы

1. Охарактеризовать процесс подключения и настройки НСУ БЛА смешанного типа

СЕМИНАРСКОЕ ЗАНЯТИЕ

Тема: Создание и настройка маршрута в НСУ БЛА смешанного типа.

Цель работы: Научиться пользоваться наземной станцией управления беспилотных летательных аппаратов

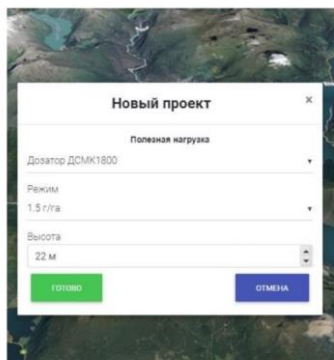
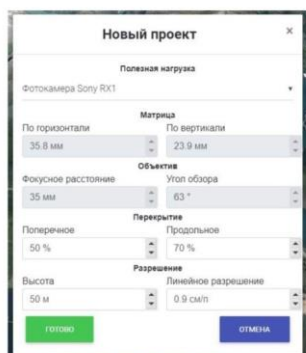
Для того, чтобы начать работу с программой, создайте Новый проект – файл с полетным заданием для текущего полета.

Вкладка Проект автоматически открывается при открытии программы.

- Новый проект - позволяет создать новый файл для полетного задания
- Открыть проект - позволяет открыть ранее сохраненный проект
- Сохранить проект - важная кнопка, которую необходимо нажимать, если Вы хотите сохранить изменения, внесенные в текущем полете.

Новый проект

Нажав на кнопку Новый проект, Вы увидите окно, в котором необходимо выбрать Тип Полезной нагрузки. В данный момент можно выбрать фотокамеру, мультиспектральную камеру, дозатор для сельского хозяйства или автономную нагрузку.



После выбора полезной нагрузки необходимо ее настроить.

Фотокамеру можно настроить по параметрам:

Данные разделов Матрица и Объектив рекомендуется оставить без изменения, они подобраны под конкретную камеру.

Раздел Перекрытие необходимо настраивать под ваш проект, в зависимости от того, какой результат АФС вы хотите получить. Продольное перекрытие обозначает, на сколько процентов будет следующее фото перекрывать предыдущее при полете аппарата вперед. Поперечное перекрытие аналогично продольному, только во внимание берутся фото объекта с правой и левой сторон.

В Разделе Разрешение выберите Высоту полета вашего аппарата на текущем вылете. В зависимости от выбранной высоты автоматически будет меняться и Линейное разрешение. Рекомендуется выставлять высоту не менее 50 метров при полете с камерами. Единица измерения линейного разрешения - сантиметр на пиксель. Чем больше высота, тем меньше нужно снимков, чтобы покрыть площадь, однако хуже детализация.

Закончив настройку, нажимайте кнопку ГОТОВО, после чего необходимо выбрать место для сохранения проекта и его название. Рекомендуется создать отдельную папку для каждого из проектов ваших полетов. Таким образом вы создали файл проекта текущего вылета

Создание КЭШа местности (Вкладка Кэш)

Кэш местности – это сохраненные участки карты на Вашем компьютере, которые позволяют просматривать их без подключения к сети Интернет. Вы можете добавить в кэш любой участок, с которым Вам предстоит работать. Сделать это можно даже дома или на работе перед тем, как выехать на место. Для создания кэша местности необходимо стабильное подключение к сети Интернет. Пункт Список регионов – отображает закэшированные Вами регионы.

Пункт Регион – позволяет создать, показать регион, редактировать, удалить. Также присутствует кнопка Начать загрузку, без нажатия на которую выбранный участок не будет закэширован.

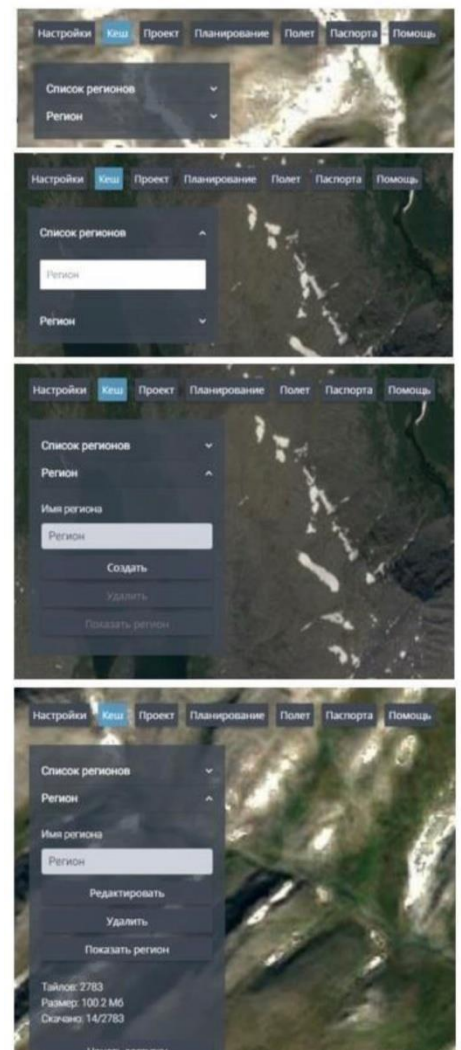
Чтобы добавить в кэш нужный участок: Перейдите во Вкладку Регион, нажмите кнопку Создать.

-Дайте название участку. Автоматически ему будет присвоено название «Регион».

-Короткими нажатиями левой кнопкой мыши определите крайние точки местности, которую необходимо сохранить в кэше. Нажмите Готово.

-Перейдите во вкладку Список регионов, выберите созданный регион, затем нажмите кнопку Начать загрузку и дождитесь, пока загрузка закончится (работать в НСУ во время загрузки не рекомендуется).

Теперь при каждом новом заходе в программу во вкладке Кэш будет отображаться участок, который Вы



сохранили. Чтобы перейти к нему, щелкните на его название в списке сохраненных регионов, который будет отображаться автоматически во вкладке Кэш.

Создание Полетного Задания (Вкладка Планирование)

Список объектов – отображает список созданных объектов в данном проекте.

- Перелет - позволяет создать линию полета из одной точки в другую. Например для того, чтобы соединить область линейной и площадной съемки или скорректировать высоты.

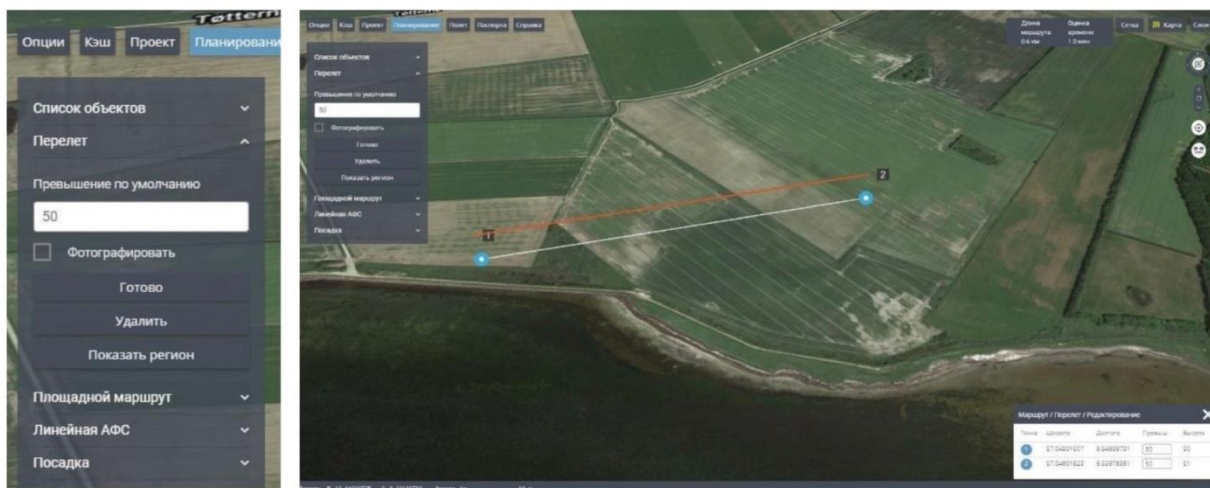
-Площадной маршрут - позволяет создать маршрут для облета так называемого полигона – нелинейной территории различной площади.

-Линейная АФС - позволяет создать маршрут для облета линейного объекта любой протяженности (в рамках возможностей аппарата), например, дороги, реки или трубопровода.

-Посадка - позволяет создать маршрут на посадку аппарата. Обязательная составляющая полета.

Перелет

При нажатии на эту вкладку откроется окно настроек создания перелета



При установке флага Фотографировать будет производиться работа полезной нагрузки – фотографирование по умолчанию или внесение с помощью ПН Дозатор.

Превышение по умолчанию - это высота полета над рельефом во время перелета. Будьте внимательны, этот параметр относится только к такому типу маршрута, как простой перелет, и не влияет на остальные объекты или типы маршрутов. По умолчанию применяется значение 50 метров, минимальное значение – 20 метров.

Нажав кнопку Создать, Вы сможете создать линию перелета на карте. Просто нажмите левой кнопкой мыши на точку на карте, с которой желаете начать перелет, затем точку, в которой этот перелет должен закончиться – линия перелета создастся автоматически.

Этим двум точкам автоматически будут присвоены координаты GPS. В правом нижнем углу Вы сможете их увидеть в появившейся таблице. Там же можно подстроить превышение над рельефом для каждой точки, но общая высота всегда будет чуть больше, так как она отображает высоту над уровнем моря.

С помощью кнопки Показать регион Вы можете перевести вид на построенный перелет «строго сверху».

Кнопка Удалить удалит построенный Вами объект. Чтобы сохранить объект, нажмите кнопку Готово. Перелет будет включён в полетное задание. Вместе с этим к нему можно будет добавить другие объекты маршрута. Переход к следующему пункту будет также сохранять все изменения. Также можно поставить галочку Фотографировать. В этом случае Аппарат будет производить съемку во время движения по Перелету.

Площадной маршрут

Для того, чтобы создать полигон для облета, нажмите кнопку Создать. Затем щелкните на карте в тех точках, которые будут являться крайними на той территории, зашить которую Вам необходимо.



На карте вы увидите обозначения:

- Синяя полоса – та, что попадет на снимки;
- Красные линии – траектории движения полета аппарата;
- Номера – точки, через которые будет проходить аппарат и в которых он будет менять направление движения. Соответственно, старт полетного задания начнет с вылета на точку 1, далее аппарат направится к точке 2 и так далее. Количество таких точек может быть более ста. Номер точки, к которой сейчас направляется аппарат, можно посмотреть во вкладке Полет (см. Раздел Полет).

-Белая прозрачная полоса – трек аппарата, который он прошел в полете – будет отображаться только в момент полета аппарата.

При установке галочки Удерживать высоту м полет будет производиться на фиксированной высоте над высшей точкой полигона. Снятие этой галочки позволяет огибать рельеф во время полета.

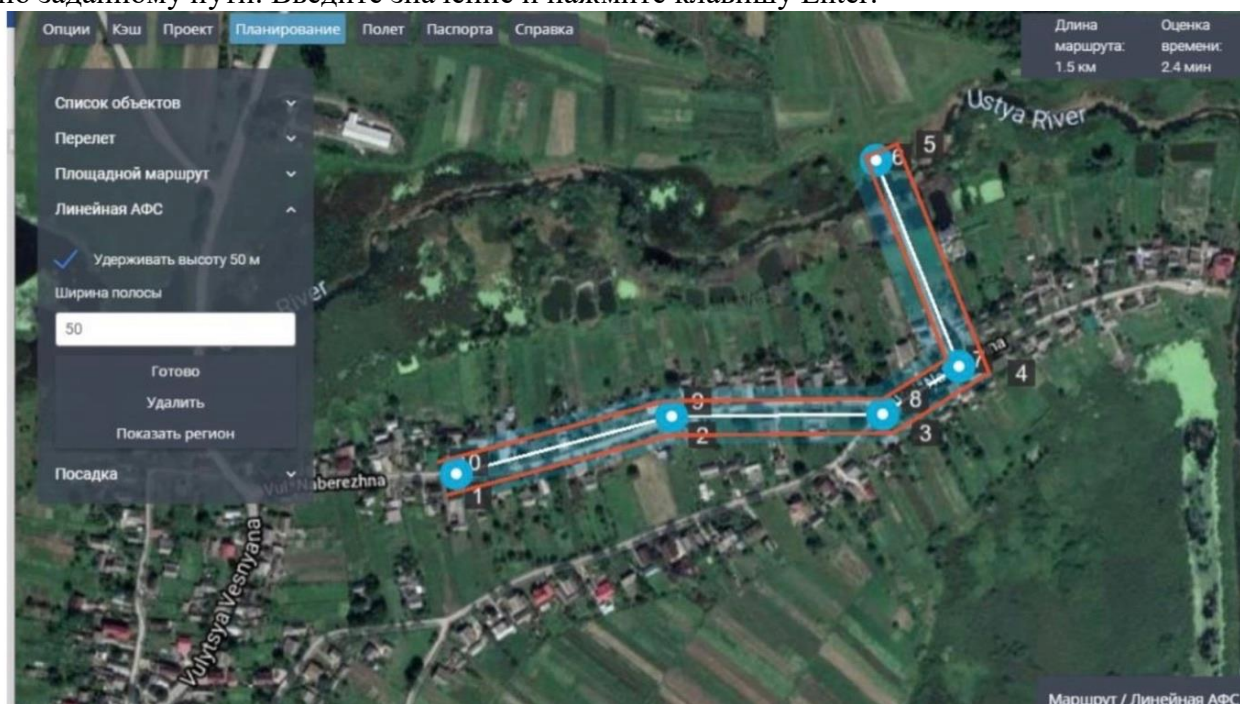
С помощью опции Угол (угол прохождения полигона) Вы можете выбирать более оптимальные траектории облета выбранной площадки. Просто меняйте его до тех пор, пока не сочтете оптимальным. Меняйте цифру с помощью клавиатуры, нажимайте Enter и сразу увидите результат изменения угла на карте.

Изменить точку входа - опция, позволяющая менять точку начала полетного задания. Щелкая эту кнопку, Вы будете менять точку старта для этого ПЗ на каждый следующий угол выбранной площади соответственно. Рекомендуется выбрать тот, что ближе всего к месту взлета аппарата.

Кнопка Удалить удаляет весь построенный маршрут. Удалить одну точку полигона можно, нажав на нее правой кнопкой мыши.

Линейная АФС

Линейная АФС – съемка протяженных объектов. Например, линий электропередач. Для того, чтобы создать линии полета, нажмите кнопку Создать (рис. 15). Затем щелкните на карте в точку, с которой необходимо начать полетное задание, затем точку поворота, затем следующую, и так до последней точки. Автоматически у вас станет активным поле Ширина полосы - ширина полосы, которая будет заснята на фотокамеру при облете по заданному пути. Введите значение и нажмите клавишу Enter.



Кнопки Показать регион, Удалить и Готово здесь и далее работают одинаково.

Система сама рассчитывает, хватит ли энергии для выполнения всех заданий, и в случае невозможности выполнения будет соответствующее уведомление.

Для завершения полетного задания обязательно необходимо построить Посадку.

Контрольные вопросы

1. Как производится настройка проекта НСУ?
2. Что называют линейным АФС?
3. Понятие КЭШ местности?

СЕМИНАРСКОЕ ЗАНЯТИЕ

Тема: Подготовка к эксплуатации элементов беспилотной авиационной системы смешанного типа: комплект бортового оборудования (система объективного контроля)

Цель работы: изучить подготовку к эксплуатации

1 Общие сведения

В рамках подготовки могут быть рассмотрены следующие аспекты:

Изучение нормативно-технической документации. Включает в себя законодательные и нормативные документы РФ в области эксплуатации беспилотных авиационных систем (БАС).

Отработка порядка выполнения полётного задания. Также необходимо отработать действия при управлении беспилотным воздушным судном.

Подготовка программы полёта и её загрузка в бортовой навигационный комплекс (автопилот) беспилотного воздушного судна.

Проверка готовности беспилотной авиационной системы к использованию в соответствии с эксплуатационной документацией и полётным заданием.

Изучение правил применения в работе технических средств, инструментов и приспособлений.

Изучение основных эксплуатационно-технических характеристик используемой контрольно-проверочной аппаратуры.

Изучение правил работы с используемой контрольно-проверочной аппаратурой.

Составление полётных программ с учётом особенностей функционального оборудования, установленного на беспилотном воздушном судне смешанного типа и характера перевозимого внешнего груза.

Изучение правил визуального дешифрирования поступающей видеoinформации в реальном масштабе времени и в процессе послеполётной обработки.

Контрольные вопросы

1. Какие этапы включает в себя подготовка к эксплуатации элементов беспилотной авиационной системы смешанного типа

СЕМИНАРСКОЕ ЗАНЯТИЕ

Тема: Изучение содержания журнала БЛА

Цель работы: изучить содержание журнала БПЛА

1 Общие сведения

Изучение содержания журнала учёта беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) (БЛА) включает анализ структуры журнала, порядка ведения и нормативной базы, регулирующей учёт БПЛА.

Содержание журнала может включать сведения о БПЛА, полётах, техническом состоянии аппарата и других аспектах эксплуатации.

Структура

Некоторые разделы журнала учёта БПЛА:

- Общие данные — информация о технических характеристиках БПЛА, составе аппарата (двигатели, АКБ, пульт управления и т. д.).
- Учёт полётов — дата, время и место взлёта и посадки, продолжительность каждого полёта, общее количество часов полёта.
- Учёт технического состояния — выявленные дефекты, неисправности и запись об устранении, заметки о проведённом предполётном и послеполётном техническом обслуживании.
- Учёт передачи БПЛА — в табличной форме указываются все перемещения аппарата из места хранения.

Журнал может вестись в электронном или бумажном виде. При несоответствии между записями на бумажном и электронном носителях приоритет имеют записи на бумажном носителе.

Порядок ведения

Информация в журнал вносится непосредственно перед полётом. За правильность и своевременность заполнения несёт ответственность оператор БПЛА или персонал, непосредственно выполняющий полёты.

Некоторые особенности ведения:

- Записи и подписи делаются аккуратно и разборчиво шариковой ручкой с пастой чёрного или синего цвета.
- Журнал должен быть прошнурован, пронумерован и скреплён печатью (при наличии) или подписью руководителя организации или уполномоченного им лица или владельца.
- Заполненный журнал сохраняется для обеспечения непрерывности регистрации выполнения полётов в течение последних 24 месяцев.

Нормативная база

Ведение журнала учёта БПЛА регулируется, например:

- Постановлением Правительства РФ от 25.05.2019 №658 (ред. от 16.08.2023) — утверждает «Правила государственного учёта беспилотных гражданских воздушных судов с максимальной взлётной массой от 0,15 килограмма до 30 килограммов, ввезённых в Российскую Федерацию или произведённых в Российской Федерации».
- Указом Президента РФ от 25.09.2023 №297 — определяет порядок государственного учёта гражданских БПЛА, включая ведение журнала.

Контрольные вопросы

1. Что включает в себя журнал БПЛА

СЕМИНАРСКОЕ ЗАНЯТИЕ

Тема: Исследование влияния метеорологических условий на применение беспилотных авиационных систем

Цель работы: Уметь осуществлять комплексную оценку метеорологических условий полета с целью принятия обоснованного решения на вылет.

Задачи:

- Анализ синоптической и метеорологической обстановки по пунктам вылета, посадки, запасным, по маршруту полета.
- Комплексное использование приземной карты, карт абсолютной барической топографии, тропопаузы, максимального ветра, ветра и температуры воздуха на высотах.
- Использование сводок METAR, SPECI и прогнозов TAF при оценке метеорологических условий и принятии решения на вылет.

Исходные данные

Маршрут полета.

Сводки METAR и прогнозы TAF. Приземная карта погоды.

Карты абсолютной барической топографии. Карты тропопаузы и максимального ветра.

Порядок выполнения

Изучить основы метеорологического обеспечения полетов.

Используя приземную карту, а также карты абсолютной барической топографии, тропопаузы и максимального ветра, охарактеризовать синоптическую и метеорологическую обстановку по аэродромам вылета, назначения, по маршруту полета.

Используя сводки METAR, SPECI и прогнозы TAF, оценить метеорологические условия на аэродромах назначения и запасном аэродроме. Принять

решение на вылет.

Задание

- 1 Результаты выполнения заданий.
- 2 Ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятия «метеорологическая обстановка».
2. Дайте определение понятия «синоптическая обстановка».
3. Как часто выпускаются приземные карты погоды?
4. Какую метеорологическую информацию содержат карты абсолютной барической топографии?
5. Что называется тропопаузой?
6. Дайте определение струйного течения.
7. В чем заключается принципиальное различие между сводками METAR и сообщениями TAF?

СЕМИНАРСКОЕ ЗАНЯТИЕ

Тема: Изучение мер по безопасному использованию и эксплуатации литий-полимерных АКБ

Цель работы: изучить меры по безопасному использованию и эксплуатации литий-полимерных АКБ

1 Общие сведения

Литий-полимерные аккумуляторные батареи (LiPo АКБ) требуют аккуратного обращения из-за риска возгорания и повреждения элементов. Меры по безопасному использованию и эксплуатации LiPo АКБ включают правила использования, правила зарядки, рекомендации по хранению и правила утилизации.



Правила использования

- Не допускать короткого замыкания выводов элементов или батарей. Большие токи короткого замыкания приводят к выделению теплоты, потере электролита, газообразованию, возгоранию или взрыву.
- Оберегать элементы от ударов и нарушения целостности, не ронять их. Сильные механические воздействия способны нарушить внутреннюю структуру, деформации могут вызвать короткое замыкание.
- Не разбирать и не модифицировать элементы — это может привести к внутренним коротким замыканиям.

Зарядка

- Использовать специализированные зарядные устройства для LiPo-аккумуляторов. Они обеспечивают стабильное регулирование напряжения и тока, минимизируя риск перегрева и разрушения ячеек.

- Балансировать ячейки — это обеспечивает равномерную зарядку всех аккумуляторов в аккумуляторной сборке. Нарушение баланса приводит к ухудшению рабочих характеристик и сокращению срока службы.

- Контролировать температурный режим — процесс зарядки проводится при температуре окружающей среды от +15 °С до +30 °С. При признаках перегрева процесс зарядки немедленно прерывается до нормализации температуры.

- Отключать аккумулятор после завершения заряда — оставлять батарею на зарядном устройстве без контроля недопустимо.

Хранение

- Хранить в сухом, проветриваемом помещении. Высокие температуры ускоряют внутренние химические реакции, что приводит к более быстрой деградации и потере ёмкости, экстремально холод может временно ухудшить производительность.

- Использовать огнестойкие контейнеры — они специально разработаны для сопротивления огню и предотвращения возможных взрывов.

- Изолировать батареи — хранить LiPo-аккумуляторы отдельно от других электронных устройств и легковоспламеняющихся материалов, чтобы предотвратить случайное повреждение или опасность возгорания.

Утилизация

- Перед утилизацией необходимо полностью разрядить батарею. Если зарядник для аккумуляторов имеет функцию разряда, можно использовать его, разряжая малыми токами, это безопаснее.

- Самостоятельно разбирать батареи нельзя — это может привести к нагреву и пожару.

- Выбрасывать аккумуляторы следует только в специальные контейнеры — выводы не должны соприкасаться.

Контрольные вопросы

1. Меры по безопасному использованию и эксплуатации литий-полимерных АКБ

СЕМИНАРСКОЕ ЗАНЯТИЕ

Тема: Изучение порядка подготовки технических средств обработки информации к работе

Цель работы: изучить порядок подготовки технических средств обработки информации к работе

1 Общие сведения

Некоторые мероприятия, которые входят в этот процесс:

- Издание приказа по документообороту. Технология обработки информации проводится в соответствии с требованиями по информационному и лингвистическому обеспечению АСОИУ.

- Приобретение компонентов технического, программного и информационного обеспечения, заключение договоров и лицензионных соглашений на их использование.

- Завершение строительных, монтажных и пусконаладочных работ по вводу в действие комплекса технических средств, создание необходимого запаса комплектующих и расходных материалов и бланочной продукции.

- Преобразование организационной структуры объекта в соответствии с требованиями по организационному обеспечению, в том числе создание необходимых для функционирования АСОИУ подразделений и служб, пересмотр штатного расписания и перерас-

пределение должностных обязанностей между исполнителями, внесение изменений в должностные инструкции.

- Обучение и переподготовка пользователей с целью скорейшего освоения ими способов и методов эффективного решения задач обработки информации в составе АСОИУ.

Контрольные вопросы

1. Порядок подготовки технических средств обработки информации к работе

СЕМИНАРСКОЕ ЗАНЯТИЕ

Тема: Использование аэронавигационных карт. Использование аэронавигационной документации

Цель работы: изучить аэронавигационные карты

1 Общие сведения

Аэронавигационные карты и аэронавигационная документация используются для обеспечения полётов воздушных судов. Эти инструменты помогают пилотам и диспетчерам решать навигационные задачи, а также информировать о временных изменениях в воздушном пространстве.

Аэронавигационная карта — это условное изображение участка земной поверхности, его рельефа и искусственных сооружений, специально предназначенное для аэронавигации.

Назначение:

Подготовка к полёту — прокладка маршрута, выбор поворотных пунктов, наметка контрольных ориентиров.

Контроль выполнения полёта — построение линий положения, определение места летательного аппарата.

Использование в ходе полёта — например, карты для стандартного вылета и прибытия по приборам, карты захода на посадку (по приборам и визуально).

Применение во время наземного аэродромного движения — основная карта аэродрома/вертодрома, которая помогает осуществлять наземное движение самолётов и вертолётот от места стоянки до взлётно-посадочной полосы.

Масштаб карт пропорционален размеру области, охватываемой одной картой. Например, аэронавигационные карты мира (WAC) имеют масштаб 1:1 000 000 и охватывают относительно большие территории.

Примеры аэронавигационных карт:



Аэронавигационная документация — это документы, содержащие информацию, имеющую важное значение для аэронавигации.

Некоторые виды:

AIP (Aeronautical Information Publication) — основной документ, содержащий постоянную информацию для авиации.

NOTAM (Notice to Airmen) — оповещения о временных изменениях или нововведениях, которые не были включены в AIP.

AIC (Aeronautical Information Circulars) — циркуляры, содержащие разъяснения или информацию общего характера.

Supplements — дополнения к AIP, содержащие временную информацию, слишком объёмную для NOTAM.

Назначение: документы аэронавигационной документации помогают пилотам и диспетчерам своевременно реагировать на изменения, влияющие на использование воздушного пространства и аэронавигационных средств.

Контрольные вопросы

1. Охарактеризовать аэронавигационные карты

СЕМИНАРСКОЕ ЗАНЯТИЕ

Тема: Изучение нормативно-технической документации по эксплуатации беспилотных авиационных систем смешанного типа

Цель работы: изучить нормативно-техническую документацию по эксплуатации беспилотных авиационных систем смешанного типа

1 Общие сведения

Изучение нормативно-технической документации по эксплуатации беспилотных авиационных систем смешанного типа включает в себя, например, изучение следующих документов:

Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 28 февраля 2023 года №61 «Об утверждении Федеральных авиационных правил „Форма и порядок оформления сертификата лётной годности беспилотных гражданских воздушных судов с максимальной взлётной массой более 30 килограммов“».

Приказ Росавиации от 16 декабря 2022 года №922-П «Об утверждении Норм лётной годности беспилотных авиационных систем с беспилотным воздушным судном самолётного типа с максимальной взлётной массой до 5400 кг НЛГБАС-СТ».

Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 18 октября 2024 года №367 «Об утверждении Федеральных авиационных правил „Техническое обслуживание подлежащих обязательной сертификации беспилотных авиационных систем и (или) их элементов, гражданских воздушных судов, авиационных двигателей, воздушных винтов, за исключением лёгких, сверхлёгких гражданских воздушных судов, не осуществляющих коммерческих воздушных перевозок и авиационных работ. Часть 145“».

Также в рамках изучения рассматриваются национальные стандарты для беспилотной техники, такие как ГОСТ Р 59517-2021, ГОСТ Р 59518-2021, ГОСТ Р 59519-2021 и ГОСТ Р 59520-2021.

Контрольные вопросы

1. Перечислить нормативные документы по теме

СЕМИНАРСКОЕ ЗАНЯТИЕ

Тема: Изучение государственного регулирования при использовании воздушного пространства.

Цель работы: Изучить законодательство Российской Федерации об использовании воздушного пространства.

Общие сведения

Законодательство России об использовании воздушного пространства

Развитие законодательства России об использовании воздушного пространства неразрывно связано с советской системой организации воздушно-го движения, где функции регулирования воздушного движения были распределены между Министерством обороны (в лице Военно-воздушных сил), Министерством гражданской авиации и координирующим органом – Межведомственной комиссией Единой системы управления воздушным движением, состоящей из представителей указанных министерств.

При этом главенствующая роль в регулировании системы всегда принадлежала военным.

В настоящее время, в соответствии с ВК РФ и постановлением Правительства РФ от 18 июня 1998 г. № 605 «О государственном регулировании организации использования воздушного пространства Российской Федерации» Министерство обороны РФ осуществляет полное государственное регулирование использования воздушного пространства, а специальноуполномоченный орган в области гражданской авиации – государственное регулирование использования той части воздушного пространства, которая в установленном порядке определена для воздушных трасс (внутренних и международных), местных воздушных линий, районов авиационных

работ, гражданских аэродромов и аэропортов

Регулирование и организация использования воздушного пространства РФ возложены на Единую систему, состоящую из военной и гражданской подсистем. Структура и функции руководящих и оперативных органов Единой системы определены Федеральными правилами использования воздушного пространства РФ, утвержденными постановлением Правительства РФ от 22 сентября 1999 года № 1084. Координацию деятельности федеральных органов исполнительной власти и организаций в области организации ис-

пользования воздушного пространства, а также функционирования, финансирования, модернизации и развития Единой системы осуществляет Межведомственная комиссия по использованию воздушно- го пространства РФ, образуемая Правительством РФ.

Руководство и контроль за деятельностью оперативных органов военной подсистемы осуществляет Управление по использованию воздушного пространства и управлению воздушным движением Министерства обороны РФ. Оперативными органами военной подсистемы являются войско- вые части (военные секторы центров Единой системы), подчиненные этому Управлению в специальном отношении.

Руководство и контроль за деятельностью оперативных органов гражданской подсистемы осуществляет специально уполномоченный орган в области гражданской авиации. Функции оперативных органов гражданской подсистемы осуществляют организации аэронавигационного обслуживания, являющиеся дочерними предприятиями федерального унитарно- го предприятия «Государственная корпорация по организации воздушного движения в Российской Федерации».

Таким образом, в соответствии с полномочиями по государственному регулированию, предоставленными ВК РФ, военные органы Единой системы планируют использование воздушного пространства и обеспечивают разрешительный порядок его использования во взаимодействии с гражданскими органами Единой системы. Указания военных органов Единой системы по вопросам разрешения (запрета) использования воздушного пространства являются обязательными для гражданских органов. Воздушное пространство используется различными ведомствами, авиа- компаниями и организациями. Основными пользователями воздушного пространства прежде всего являются гражданская и государственная (военная) авиация. Учитывая то обстоятельство, что воздушное пространство, в котором осуществляются полеты гражданской, государственной и экспериментальной авиации, а также деятельность других организаций, которая может представлять собой угрозу безопасности полетов, является единым целым, в этих условиях особую значимость приобретают вопросы военно-гражданской координации ИВП и УВД.

При этом к числу основных задач военно-гражданской координации процессов планирования ИВП и УВД можно отнести обеспечение условий для:

Достижения и поддержания высокого уровня безопасности полетов гражданской, государственной и экспериментальной авиации.

1. Корректного планирования использования воздушного пространства в интересах всех на всех стадиях, фазах и этапах планирования, с учетом всех существенных факторов, особенно установленных запретов и ограничений.

2. Эффективного управления воздушным движением: с высокой оперативностью, качеством, бесконфликтностью, с минимальными задержками и минимальными отклонениями от планов по ИВП и УВД.

3. Оперативной адаптации действий органов управления воздушным движением к изменениям планов и условий выполнения полетов (особенно к изменяющимся метеос условиям и введенным ограничениям по использованию воздушного пространства).

4. Создания благоприятных условий для решения задач боевой подготовки военной авиации.

5. Создания благоприятных условий для обеспечения высокой регулярности и экономичности полетов гражданской и другой авиации.

Практическое решение задач планирования ИВП и УВД осуществляют соответствующие оперативные органы (центры), ведомственные командные пункты, аэродромные диспетчерские пункты, местные диспетчерские пункты и другие органы. В большинстве случаев в центрах системы ИВП и УВД совместно (или параллельно) работают гражданские и военные специалисты. Поэтому от оперативности и качества их взаимодействия в значительной степени зависят эффективность использования воздушного пространства, надежность управления воздушным движением и, в конечном итоге, безопасность полетов.

тов. Формализацию процедур взаимодействия гражданских и военных должностных лиц органов по ИВП и УВД целесообразно осуществлять в виде специальных «Инструкций по взаимодействию...», разработанных с учетом рекомендуемой практики ИКАО, национальных особенностей организации и производства полетов и ОрВД РФ.

Контрольные вопросы

1. Основные задачи военно-гражданской координации процессов планирования ИВП и УВД?
2. Кратная информация о Законодательстве России об использовании воздушного пространства
3. Что регулируют военные органы Единой системы?

СЕМИНАРСКОЕ ЗАНЯТИЕ

Тема: Изучение порядка регистрации беспилотных авиационных систем смешанного типа

Цель работы: изучить регистрации беспилотных авиационных систем самолетного типа.

1 Общие сведения

В соответствии с Воздушным кодексом РФ (ст. 33) БЛА, чья взлётная масса больше 250г и меньше 30 кг подлежат учёту.

Порядок учёта распространяется на все БЛА независимо от того, были они произведены промышленным способом или собраны самостоятельно.

Главное, что должен помнить и соблюдать каждый владелец: до начала полётов ваш БЛА должен быть поставлен на учёт. Учёт БЛА регулируют Правила учета беспилотных гражданских воздушных судов с максимальной взлетной массой от 0,25 килограмма до 30 килограммов, которые утверждены Постановлением правительства РФ от 25 мая 2019 года; сам учёт (возможность подать заявление и получить регистрационный номер) осуществляется с 27 сентября 2019 года.

На сайте Федерального агентства воздушного транспорта (Росавиация) есть специальная страница «Учёт БЛА», где собраны необходимые документы и разъяснён порядок постановки БЛА на учёт.

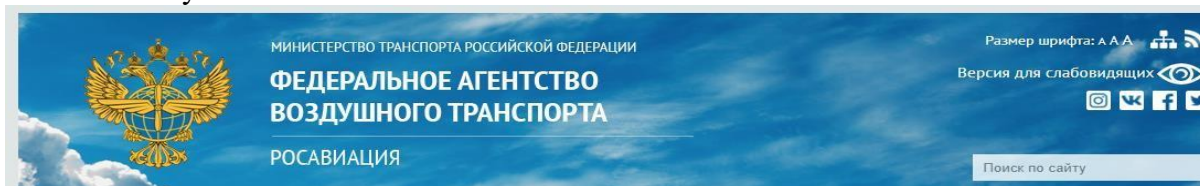


Рис. 1 Сайт Федерального агентства воздушного транспорта (Росавиация)

Чтобы получить регистрационный номер для БЛА нужно заполнить заявление и приложить фотографию аппарата. Образцы заявлений и рекомендации по заполнению, а также требования к фотографии, собраны на сайте Росавиации.

На начало 2020 года заявления на учёт принимаются либо по почте, либо непосредственно в экспедиции Росавиации. Возможности подать заявления в электронном виде пока нет. После получения регистрационного номера его нужно нанести на БЛА самостоятельно, так, как рекомендовано в документе, размещённом на сайте.

Контрольные вопросы

4. Какую информацию о воздушном судне предоставляет владелец при регистрации?
5. Какие персональные данные заполняются в заявлении?
6. Какой порядок предоставления государственной услуги?

СЕМИНАРСКОЕ ЗАНЯТИЕ

Тема: Изучение порядка по составлению формализованных заявок на использование воздушного пространства.

Цель работы: Изучить документ по составлению формализованных заявок на ИВП.

Общие сведения

Настоящая Инструкция по составлению формализованных заявок на использование воздушного пространства (ИВП) - планов полетов воздушных судов (ВС), заявок на запуски аэростатов, шаров-зондов, проведение стрельб, пусков ракет и взрывных работ (далее именуется - Инструкция) устанавливает единые для всех пользователей воздушного пространства правила составления формализованных заявок на ИВП.

Информационная часть каждого плана трассового, маршрутно-трассового и маршрутного полета ВС состоит из девяти (предварительный план полета, план-срочный и планпродолжение) или десяти (зарегистрированный план полета) информационных групп - полей данных. Поля данных имеют следующие наименования и нумерацию:

Поле 3 - ТИП СООБЩЕНИЯ

Поле 7 - ОПОЗНАВАТЕЛЬНЫЙ ИНДЕКС ВОЗДУШНОГО СУДНА, РЕЖИМ И КОД ВРЛ

Поле 8 - ПРАВИЛА ПОЛЕТОВ И ТИП ПОЛЕТА

Поле 9 - КОЛИЧЕСТВО И ТИП ВОЗДУШНЫХ СУДОВ, КАТЕГОРИЯ ТУРБУЛЕНТНОСТИ СЛЕДА

Поле 10 – ОБОРУДОВАНИЕ

Поле 13 - АЭРОДРОМ И ВРЕМЯ ВЫЛЕТА

Поле 15 - МАРШРУТ

Поле 16 - АЭРОДРОМ НАЗНАЧЕНИЯ И ОБЩЕЕ РАСЧЕТНОЕ ИСТЕКШЕЕ ВРЕМЯ (до посадки), ЗАПАСНЫЙ АЭРОДРОМ(Ы)

Поле 18 - ПРОЧАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Поле 19 - ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

(Поле 19 - только в зарегистрированных планах полетов) Признаком начала каждого поля данных (кроме поля 3) является символ "-" (дефис). Данные полей от 3 до 18 заключаются в круглые скобки и предназначены для автоматизированной обработки.

ЗАЯВКА НА ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА			
Наименование предприятия (авиакомпания)		<input type="text"/>	<input type="text"/>
русское	английское	2-букв. код внутренний	3-букв. код ИКАО
Данные свидетельства эксплуатанта			
Номер	Начало действия	Конец	
Срочность	Адресат		
<<--	<input type="text"/>		
	<input type="text"/>		
	<input type="text"/>		
Дата и время представления		Отправитель	
<input type="text"/>		<input type="text"/>	
		<<--	
3. Тип сообщения	7. Оознавательный индекс воздушного судна	8. Правила полетов и тип полета	
(<input type="text"/>)	(<input type="text"/>)	(<input type="text"/>)	
		<<--	
9. Количество, тип воздушных судов, категория турбулентного следа		10. Оборудование	
<input type="text"/>		<input type="text"/>	
		<<--	
13. Аэродром и время вылета			
<input type="text"/>			
15. Маршрут			
<input type="text"/>			
<input type="text"/>			
<input type="text"/>			
<<--			
16. Аэродром назначения и общее расчетное истекшее время до посадки		Запасной(ые) аэродром(ы)	
<input type="text"/>		<input type="text"/>	
18. Прочая информация			
<input type="text"/>			
<input type="text"/>			
<input type="text"/>			
<<--			

Кроме передачи заявок из зональных центров в главный центр ЕС ОрВД поступают непосредственно заявки от Главных штабов и КП видов ВС, штабов и КП министерств и ведомств. В частности, в адрес внетрассового сектора ГЦ ЕС ОрВД и в адрес ЦКП ВВС и ПВО подаются следующие заявки:

- на полеты литерных ВС и ВС с пересечением государственной границы;
- на полеты ВС и групп ВС, перегоняемых с заводов-изготовителей;
- на полеты групп ВС, осуществляющих перебазирование;
- на полеты на полигоны;
- на полеты всех ВС вне ВТ и МВЛ при ИВП трех и более зон;
- на полеты ВС МО по ВТ и МВЛ при пересечении ВС трех и более зон ЕС ОрВД;
- на полеты воздушных пунктов управления.

Контрольные вопросы

1. Какие заявки подаются кроме зональных центров?
2. Порядок заполнения полей заявки?
3. Для чего нужно ПОЛЕ 19?

СЕМИНАРСКОЕ ЗАНЯТИЕ

Тема: Изучение мер государственного контроля (надзор) в области использования воздушного пространства

Цель работы: изучить меры государственного контроля (надзор) в области использования воздушного пространства

1 Общие сведения

Государственный контроль (надзор) в области использования воздушного пространства регулируется, в частности, «Воздушным кодексом Российской Федерации» от 19.03.1997 №60-ФЗ (ред. от 31.07.2025).

Предмет контроля — соблюдение организациями, индивидуальными предпринимателями и гражданами различных требований в области гражданской авиации. Среди них:

- требования к подготовке и выполнению полётов, эксплуатации гражданских воздушных судов и их допуску к полётам;
- требования к использованию воздушного пространства и обеспечению полётов воздушных судов;
- требования к воздушным перевозкам пассажиров, багажа, грузов и почты;
- требования к воздушным перевозкам опасных грузов;
- требования к обязательному страхованию ответственности, предусмотренному воздушным законодательством РФ;
- требования к выполнению авиационных работ;
- обязательные требования к содержанию программ подготовки авиационного персонала гражданской авиации;
- порядок подготовки членов экипажа гражданского воздушного судна, сотрудников по обеспечению полётов гражданской авиации, специалистов по техническому обслуживанию воздушных судов, диспетчеров управления воздушным движением.

Некоторые меры государственного контроля (надзора):

- Постоянный рейд. В случае выявления нарушений обязательных требований органов надзора обязан составить акт и выдать предписание об устранении нарушений с указанием разумных сроков их устранения.
- Обязательный мониторинг. Осуществляется в отношении лиц, осуществляющих деятельность в области гражданской авиации и обязанных соблюдать определённые требования, а также лиц, имеющих разрешительные документы.
- Профилактические и контрольные мероприятия. К первым относятся информирование, обобщение правоприменительной практики, объявление предостережения, консультирование, самообследование и профилактический визит. Ко вторым — инспекционный визит, рейдовый осмотр, документарная и выездная проверки, выездное обследование.

Контроль за соблюдением федеральных правил использования воздушного пространства осуществляют уполномоченный орган в области использования воздушного пространства, органы единой системы организации воздушного движения, уполномоченный орган в области обороны в части выявления воздушных судов-нарушителей и другие органы.

Контроль за соблюдением Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации возложен на органы Единой системы организации воздушного движения Российской Федерации, которыми являются: Межведомственная комиссия по использованию воздушного пространства Российской Федерации, зональные межведомственные комиссии по использованию воздушного пространства Российской Федерации, Управление по использованию воздушного пространства и управлению воздушным движением Министерства обороны РФ, Федеральное агентство воздушного транспорта, а также оперативные органы единой системы организации воздушного движения Российской Федерации.

В соответствии с наделёнными полномочиями Межведомственная комиссия для решения стоящих перед ней задач осуществляет контроль за выполнением пользователями воздушного пространства решений Межведомственной комиссии, запрашивает у них

необходимые документы и материалы по вопросам использования воздушного пространства и обслуживания воздушного движения (управления полетами).

Оперативные органы ЕС ОрВД создаются Министерством обороны Российской Федерации и/или Федеральным агентством воздушного транспорта для обеспечения установления структуры воздушного пространства, разрешительного порядка, планирования и координирования его использования, организации воздушного движения, а также контроля за соблюдением Федеральных правил использования воздушного пространства.

Контроль за использованием воздушного пространства осуществляется органами ЕС ОрВД, органами ВВС и ПВО, а также органами обслуживания воздушного движения (управления полетами) пользователей воздушного пространства в установленных для них зонах и районах ЕС ОрВД.

Контроль за правильностью оформления и адресования заявок на использование воздушного пространства возложен на ЗЦ ЕС ОрВД, в зоне ЕС ОрВД которого подана заявка.

Контроль за соблюдением временных, местных режимов и кратковременных ограничений осуществляют органы, которые довели их до пользователей воздушного пространства.

Межведомственная комиссия по использованию воздушного пространства Российской Федерации, зональные межведомственные комиссии по использованию воздушного пространства Российской Федерации, Управление по использованию воздушного пространства и управлению воздушным движением Министерства обороны РФ, Управление государственного регулирования организации воздушного движения, оперативные органы ЕС ОрВД Российской Федерации, а также пользователи воздушного пространства обязаны принимать предусмотренные законодательством Российской Федерации меры по предотвращению и (или) прекращению нарушений Федеральных правил использования воздушного пространства.

Государственный контроль (надзор) в области использования воздушного пространства

Государственный контроль (надзор) в области использования воздушного пространства осуществляется уполномоченным органом в области использования воздушного пространства при осуществлении им федерального государственного транспортного надзора в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

Контрольные вопросы

1. Чем регулируется государственный контроль (надзор) в области использования воздушного пространства

СЕМИНАРСКОЕ ЗАНЯТИЕ

Тема: Изучение федеральные авиационные правила «Организация планирования использования воздушного пространства Российской Федерации»

Цель работы: изучить федеральные авиационные правила.

1 Общие сведения

Федеральные авиационные правила «Организация планирования использования воздушного пространства Российской Федерации» утверждены приказом Минтранса России от 16 января 2012 года №6.

Эти правила определяют организацию планирования использования воздушного пространства страны и обязательны для исполнения органами обслуживания воздушного движения (управления полётами) и пользователями воздушного пространства.

Некоторые положения правил:

Центры Единой системы организации воздушного движения РФ получают и обрабатывают информацию о планах использования воздушного пространства, о ходе их выполнения, а также другую информацию по вопросам разрешительного и уведомительного порядка использования воздушного пространства.

Проводятся процедуры стратегического, предтактического и тактического (текущего) планирования использования воздушного пространства, координирования использования воздушного пространства с целью его распределения по месту, времени и высоте между всеми заинтересованными пользователями воздушного пространства.

Центры Единой системы взаимодействуют между собой, с органами обслуживания воздушного движения (управления полётами) пользователей воздушного пространства, с органами противовоздушной обороны в части осуществления контроля за соблюдением требований правил.

В ходе планирования использования воздушного пространства обеспечивается организация потоков воздушного движения на маршрутах обслуживания воздушного движения и в районах гражданских аэродромов, включая аэродромы совместного базирования.

Контрольные вопросы

1. Перечислите положения законодательства

СЕМИНАРСКОЕ ЗАНЯТИЕ

Тема: Изучение порядка допуска работников к выполнению работ. Меры предосторожности и порядок действий во внештатных ситуациях.

Цель работы: Изучить порядок допуска работников к выполнению работ. Проанализировать меры предосторожности и порядок действий во внештатных ситуациях.

Общие сведения

Настоящая инструкция определяет действия работников в случае возникновения на территории Центра и за ее пределами чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, а также других ситуаций, которые могут создавать угрозу их жизни и здоровья. По инструкции проводится обучение работников Центра действиям при авариях, катастрофах, стихийных бедствиях, производственных и бытовых травмах, а также чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера.

1. Общие положения

1.1. Инструкция разработана на основании методических рекомендаций по ликвидации чрезвычайных ситуаций МЧС России.

1.2. Работники Центра обязаны знать и выполнять положения настоящей Инструкции, чтобы в чрезвычайной ситуации могли оценить необходимость оперативного информирования руководства и незамедлительно принять меры по ликвидации последствий происшествия. Работники должны осознавать, что лично несут ответственность за своевременное принятие мер по предотвращению чрезвычайных ситуаций.

1.3. О каждом несчастном случае или чрезвычайной ситуации в Центре пострадавший, очевидец либо участник происшествия после оказания первой помощи незамедлительно, используя все доступные средства связи, извещает руководителя (начальника подразделения). Несоблюдение этого требования может привести к ухудшению состояния здоровья пострадавшего из-за отсутствия квалифицированной медицинской помощи, а

также может являться причиной несвоевременного принятия оперативных мер по контролю за ситуацией, т. е. по минимизации ее последствий.

1.4. Чрезвычайная ситуация - обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей, окружающей природной среде, и нарушение условий жизнедеятельности людей (п.2.1.1. ГОСТ Р 22.0.02-2016). Результатом чрезвычайных ситуаций является наносимый ими вред (урон) вследствие воздействия поражающих и других факторов, сопровождающих бедствие, на человека, объекты промышленности, социальную сферу, окружающую природную среду.

1.5. Чрезвычайные ситуации различаются по характеру источника на техногенные, природные и другие. В настоящей Инструкции рассмотрены ситуации техногенного и природного характера, как наиболее возможные на территории организации, а также ситуации, возникновение которых может создать угрозу жизни и здоровью работников.

1.6. Оказание первой помощи пострадавшим осуществляется в соответствии с внутренней инструкцией организации «Оказание первой помощи в чрезвычайных ситуациях».

2. Действия работников в случае возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера.

2.1 Действия в случае возникновения взрыва. Взрыв - это горение, сопровождающееся освобождением большого количества энергии в ограниченном объеме за короткий промежуток времени. Взрыв приводит к образованию и распространению ударной волны с избыточным давлением, оказывающей механическое воздействие на окружающие предметы. Основные поражающие факторы взрыва: воздушная ударная волна и осколочные поля, образуемые летящими обломками разрушенных объектов, технологического оборудования, взрывных устройств.

2.1.1. При угрозе взрыва следует лечь на живот, защищая голову руками, подальше от окон, застекленных дверей, проходов, лестниц.

2.1.2. Если произошел взрыв, принять меры к недопущению пожара и паники; оказать первую помощь пострадавшим.

2.1.3. Каждый работник при обнаружении очага загорания или признаков горения (задымление, запах гари, повышение температуры и т. п.) должен: незамедлительно сообщить об этом по телефону «01» или «101» (для мобильной связи). При этом назвать наименование объекта, место взрыва, пожара, а также свою фамилию; принять меры по эвакуации людей, тушению пожара и сохранности материальных ценностей.

2.1.4. Требования по использованию первичных средств пожаротушения: Огнетушители:

Пенные – для тушения горючих жидкостей (бензин, масло, лак, краска) и очагов пожаров твердых материалов на площади не более 1м, за исключением установок, находящихся под напряжением;

Порошковые – для тушения загораний легковоспламеняющихся и горючих жидкостей (лаков, красок, пластмасс, электроустановок, находящихся под напряжением до 1000вольт;

Углекислотные - предназначены для тушения загораний различных горючих веществ, за исключением тех, горение которых происходит без доступа воздуха, а также применяются для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000В. Огнетушащее вещество - двуокись углерода.

Для приведения в действие огнетушителей необходимо: поднести огнетушитель на безопасное расстояние, учитывая, что длина струи огнетушащего вещества составляет 3м; растроб направить на горящий предмет, сорвать пломбу, выдернуть чеку,, направить струю на пламя. Держать огнетушитель вертикально, переворачивать его не требуется.

Внутренние пожарные краны (ПК) предназначены для подачи воды при тушении твердых сгораемых материалов и горючих жидкостей. Внутренний ПК вводится в работу двумя работниками: один прокладывает рукав и держит наготове пожарный ствол для подачи воды в очаг горения, второй - проверяет подсоединение пожарного рукава ПК и открывает вентиль для поступления воды.

Асбестовое полотно, войлок (кошма) используются для тушения небольших очагов загорания любых веществ и материалов, горение которых не может происходить без доступа воздуха. Очаг загорания накрывается асбестовым или войлочным полотном для прекращения доступа воздуха.

Песок применяется для механического сбивания пламени и изоляции горящего или тлеющего материала от доступа воздуха. Подается в очаг пожара лопатой или совком.

Действия при возникновении различных нештатных ситуаций.

4.1. Действия в случае совершения террористического акта (взрыва)

4.1.1. Немедленно покинуть место происшествия, так как рядом могут находиться дополнительные взрывные устройства. Выйти из здания на улицу или спрятаться в укрытии, если таковое имеется.

4.1.2. Держаться подальше, насколько это будет возможно, от высоких зданий, стеклянных витрин или транспортных средств.

4.1.3. Если поблизости находятся сотрудники правоохранительных органов, следовать их указаниям.

4.1.4. Если сотрудники правоохранительных органов еще не прибыли, немедленно позвонить им. Не создавать толпу и не присоединяться к ней.

4.1.5. Владея информацией, которая сможет помочь задержать подозреваемых и определить местонахождение транспортного средства, причастного к террористическому акту, оперативно сообщить об этом в правоохранительные органы.

4.2. Действия при поступлении угрозы по телефону

4.2.1. Не оставлять без внимания ни одного подобного звонка.

4.2.2. Передать полученную информацию в правоохранительные органы и руководству Центра.

4.2.3. Запомнить пол, возраст звонившего и особенности его речи: голос: громкий (тихий), высокий (низкий); темп речи: быстрый (медленный); произношение: отчетливое, искаженное, с заиканием, шепелявое, с акцентом или диалектом; манера речи: развязная с нецензурными выражениями.

4.2.4. Постараться отметить звуковой фон (шум автомашин или железнодорожного транспорта, звук теле- и радиоаппаратуры, голоса и т. п.).

4.2.5. Определить характер звонка: городской или междугородный.

4.2.6. Зафиксировать время начала разговора и его продолжительность.

4.2.7. В ходе разговора постараться получить ответ на следующие вопросы: куда, кому, по какому телефону звонит этот человек; какие конкретные требования выдвигает; выдвигает требования лично, выступает в роли посредника или представляет какую-то группу лиц; как и когда с ним можно связаться; кому вы можете или должны сообщить об этом звонке.

4.2.8. Постараться добиться от звонящего максимального промежутка времени доведения его требований до должностных лиц или для принятия руководством решения.

4.2.9. В процессе разговора постараться сообщить о звонке непосредственному руководителю, руководству Центра. Если этого не удалось сделать, сообщить о звонке немедленно после окончания разговора.

4.2.10. Не распространять сведения о факте поступившей угрозы среди работников Центра.

4.2.11. При наличии автоматического определителя записать номер на бумаге.

4.3. Действия при поступлении угрозы в письменной или электронной форме.

4.3.1. Принять меры к сохранности и оперативной передаче письма (записки, диска и т. д.) в правоохранительные органы и руководству организации.

4.3.2. По возможности, письмо (записку, диск и т. д.) положить в чистый полиэтиленовый пакет.

4.3.3. Не оставлять на документе отпечатки своих пальцев.

4.3.4. Если документ в конверте, вскрывать его с левой или правой стороны, отрезая кромки ножницами.

4.3.5. Сохранить все: сам документ, конверт, упаковку, любые вложения. Ничего не выбрасывать.

4.3.6. Не знакомить с содержанием письма (записки, диска и т. д.) других лиц.

4.3.7. Запомнить обстоятельства получения или обнаружения письма (записки, диска и т. д.).

4.3.8. На анонимных материалах не делать надписи, подчеркивать, обводить отдельные места в тексте, писать резолюции и указания. Не сгибать, не менять, не сшивать, не склеивать их.

4.3.9. Анонимные материалы направить в правоохранительные органы с сопроводительным письмом, в котором указать вид, количество, каким способом и на чем исполнены, с каких слов начинается текст, наличие подписи и т. д., а также обстоятельства обнаружения или получения.

Контрольные вопросы

1. Виды огнетушителей?
2. Оказание первой медицинской помощи?
3. Что такое чрезвычайная ситуация?

СЕМИНАРСКОЕ ЗАНЯТИЕ

Тема: Изучение принципов устройства указателей воздушной скорости

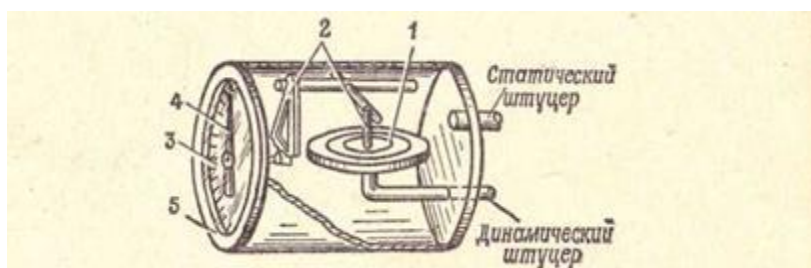
Цель работы: изучить принципы устройства указателей воздушной скорости

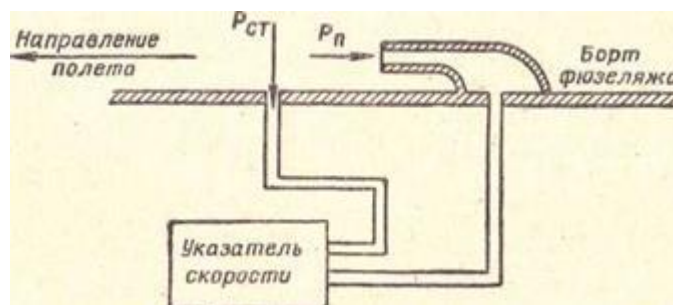
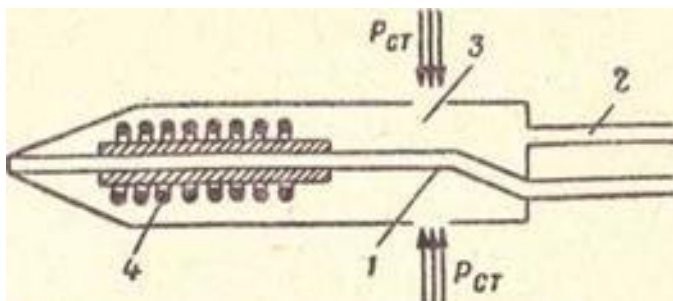
Общие сведения

В настоящее время применяются указатели скорости двух типов: указатели приборной скорости (УС) и комбинированные указатели скорости (КУС). Первые устанавливаются на самолетах и вертолетах, имеющих небольшую скорость. Вторые устанавливаются на скоростных самолетах и БЛА до 30 кг.

Указатели скорости посредством трубопроводов соединяются с приемниками воздушного давления. (ПВД). В настоящее время применяются два типа ПВД: совмещенный и с отдельными системами замера давлений. Совмещенный приемник (рис. 3.12) состоит из двух трубок. Одна из них имеет открытый конец 1 и воспринимает полное давление встречного потока воздуха. Другая трубка 2 воспринимает через боковые отверстия 3 только статическое давление. Обе трубки заключены в общий корпус. Электрообогреватель 4 служит для предохранения приемника от обледенения. Для уменьшения аэродинамических ошибок приемник с помощью специальной штанги устанавливается в месте наименьшего искажения воздушного потока.

Второй тип приемника имеет отдельные системы замера полного и статического давлений. Полное давление воспринимается трубкой полного давления. Статическое давление проводится через отверстие в борту фюзеляжа.





Указатель приборной скорости состоит из мембранной манометрической коробки 1, передаточно-множительного механизма 2, шкалы скорости 3 и стрелки 4. Механизм указателя смонтирован в герметическом корпусе 5. В задней стенке корпуса помещены два

штуцера, соединенные с приемником воздушных давлений. Через динамический штуцер в манометрическую коробку подается полное давление, а через статический штуцер внутрь корпуса прибора подается статическое давление.

В полете манометрическая коробка расширяется под действием динамического давления, представляющего собой разность между полным и статическим давлением. Перемещение верхнего подвижного центра манометрической коробки с помощью передаточно — множительного механизма преобразуется во вращательное движение стрелки, которая по шкале указывает приборную скорость самолета. В настоящее время на самолетах и вертолетах могут устанавливаться указатели приборной скорости типа УС-350, УС-800.

Комбинированный указатель скорости предназначен для одновременного измерения приборной и истинной воздушной скорости. В нем совмещены два прибора; указатель приборной скорости и указатель истинной воздушной скорости. Комбинированный указатель скорости имеет следующие основные узлы:

- чувствительный элемент, воспринимающий динамическое давление (манометрическая коробка);
- чувствительный элемент, воспринимающий статическое давление на высоте полета (анероидная коробка);
- передаточно-множительные механизмы;
- индикаторную часть;
- корпус прибора.

Рассмотрим устройство комбинированного указателя скорости КУС-1200. Прибор имеет две стрелки — широкую и узкую.

Широкая стрелка показывает приборную скорость. Узкая стрелка показывает скорость, близкую к истинной. КУС-1200 позволяет измерять истинную скорость до 1200 км/ч.

На рисунке показана кинематическая схема КУС-1200. Манометрическая коробка является общим чувствительным элементом указателя приборной и истинной скорости. Внутри коробки подается полное давление, а в корпус прибора — статическое давление. Манометрическая коробка расширяется пропорционально динамическому давлению.

Движение верхней части манометрической коробки 1 через тягу 2, поводок 3 и колесико 4 передается на вал 5, который поворачивается вместе с укрепленными на нем сектором 6 и поводком 11. Сектор 6 через трибку 7 поворачивает ось, на которой сидит широкая стрелка 8, показывающая приборную скорость по шкале 9. Рассмотренная часть кинематической схемы прибора

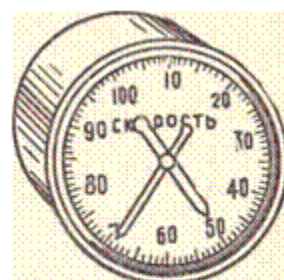


Рис. 315 Внешний вид комбинированного указателя скорости КУС-1200

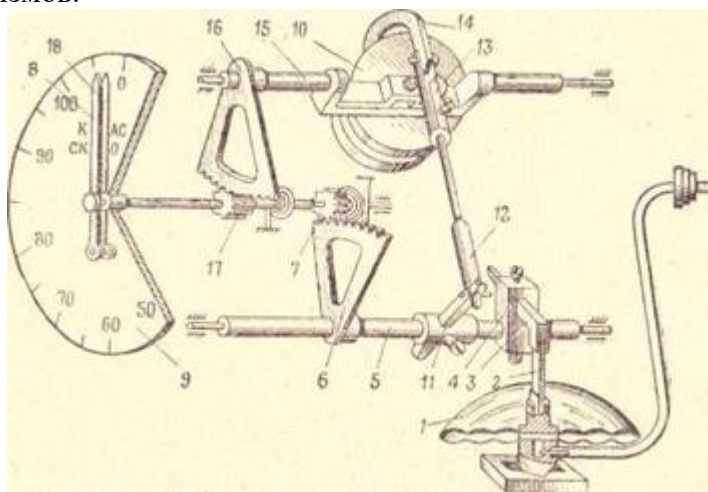
КУС-1200 работает аналогично указателю приборной воздушной скорости.

Анероидная коробка 10 измеряет статическое давление на высоте полета. Она включена в механизм указателя истинной воздушной скорости. Одновременно вращение валика 5 через поводок 11, тягу 12, шарнирное соединение 13, изогнутый поводок 14 и анероидную коробку 10 передается на компенсирующий валик 15 механизма 'истинной воздушной скорости. На валике 15 закреплен сектор 16, находящийся в зацеплении с трибкой 17, на полой оси которой закреплена стрелка 18, показывающая истинную скорость.

1 — манометрическая коробка; 2 — тяга; 3 — поводок; 4 — колодка; 5 — валик; 6 — зубчатый сектор; 7 — трибка; 8 — широкая стрелка; 9 — шкала; 10 — анероидная коробка; 11 — поводок; 12 — тяга; 13 — шарнирное соединение; 14 — изогнутый поводок; 15 — компенсационный валик; 16 — зубчатый сектор; 17 — трибка; 18 — узкая стрелка

Анероидная коробка 10 укреплена за неподвижный центр на компенсационном валике 15. К подвижному центру анероидной коробки прикреплен изогнутый поводок 14. С поднятием на высоту атмосферное давление уменьшается. Анероидная коробка, расширяясь, увлекает за собой изогнутый поводок 14. В результате шарнирное соединение 13 приближается к оси вращения валика 15. Это приводит к уменьшению ведомого плеча, вследствие чего передаточное отношение увеличивается и узкая стрелка поворачивается на больший угол, чем широкая. Разница в показаниях широкой и узкой стрелки возрастает с увеличением высоты и скорости полета.

В настоящее время кроме указателя КУС-1200 имеются другие комбинированные указатели скорости (КУС-2000, КУС-2500). Они отличаются от КУС-1200 увеличенным диапазоном измерения скорости и различной конструкцией передаточно-множительных механизмов.



Контрольные вопросы

1. Из чего состоит указателя скорости КУС-1200?
2. Типы приемника?
3. Основные узлы комбинированного указателя?