

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГАОУ ВО «СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ

Директор НОЦ «Институт
непрерывного образования»

Е.В. Мошкина

» _____ 2025 г.

ПРОГРАММА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ
(ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ)

**«Оператор (специалист по летной эксплуатации)
беспилотных авиационных систем,
включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов
(с максимальной взлетной массой 30 кг и менее)»**

Красноярск 2025

УЧЕБНЫЙ ПЛАН
программы профессионального обучения (профессиональной подготовки)
по профессии «Оператор беспилотных авиационных систем
(с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее)»

Форма обучения: очно-заочная, с применением элементов электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Срок обучения: 144 часа.

№ п/п	Наименование модулей (дисциплин)	Общая трудоемкость, ч	Всего контактн., ч.		Контактные часы		СРС, ч	Формы контроля
			Синхронно	Асинхронно	Лекции	Практические занятия и семинарские занятия		
1	Введение в беспилотные летательные аппараты	4	0	4	2	0	2	Зачет
2	Основы аэродинамики и принципы полета	8	0	8	4	0	4	Зачет
3	Системы управления и навигации БПЛА	10	0	10	5	0	5	Зачет
4	Безопасность полетов и правовые аспекты	12	0	12	8	0	4	Зачет
5	Применение БПЛА в различных сферах	8	0	8	4	0	4	Зачет
6	Промежуточное тестирование	1	0	1	0	0	1	Экзамен
7	Изучение основ сборки квадрокоптера	12	12	0	4	8	0	Зачет
8	Практические навыки управления БПЛА	88	88	0	1	87	0	Экзамен
9	Итоговая аттестация	1	1	0	0	1	0	Экзамен
Итого		144	101	43	28	96	20	

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН
программы профессионального обучения (профессиональной подготовки)
по профессии «Оператор беспилотных авиационных систем
(с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее)»

Категория слушателей: лица, имеющие лица, имеющие основное образование, среднее профессиональное образование, высшее образование и заинтересованные в получении навыков летной эксплуатации беспилотных воздушных судов.

Срок обучения: 144 часа.

Форма обучения: очно-заочная, с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

№ п/п	Наименование модулей (дисциплин)	Общая трудоемкость, ч	Всего контактн., ч.		Контактные часы		СРС, ч	Результаты обучения
			Синхронно	Асинхронно	Лекций	Практические и семинарские занятия		
1	Введение в беспилотные летательные аппараты	4	0	4	2	0	2	PO1-PO3
1.1.	Основные классификации и области применения БПЛА	4	0	4	2	0	2	
2	Основы аэродинамики и принципы полета	8	0	8	4	0	4	PO1-PO3
2.1	Аэродинамические силы и моменты	4	0	4	2	0	2	
2.2	Принципы полета и стабилизация БПЛА	4	0	4	2	0	2	
3	Системы управления и навигации БПЛА	10	0	10	5	0	5	PO1-PO3
3.1	Основы систем управления БПЛА	8	0	8	4	0	4	
3.2	Навигационные системы и спутниковая навигация	2	0	2	1	0	1	
4	Безопасность полетов и правовые аспекты	12	0	12	8	0	4	PO1-PO3
4.1	Этика и ответственность оператора БПЛА	3	0	3	2	0	1	
4.2	Регистрация БПЛА и получение	3	0	3	2	0	1	

№	Наименование модулей	Общая	Всего контактн., ч.		Контактные часы		СРС,	Результаты									
			разрешения на полёт	Оснвы безопаснсти полетов БПЛА	Правовые аспекты использования БПЛА	Применение БПЛА в различных сферах			Фото и видеосъемка с использованием БПЛА	Промышленные применения БПЛА	Промежуточное тестирование	Изучение основ сборки квадрокоптера	Механическая сборка дрона	Электротехническая сборка	Настройка кинематики управления	Практические навыки управления БПЛА	Оснвы управления в симуляторе
4.3	Оснвы безопаснсти полетов БПЛА	3	0	3	2	0	1										
4.4	Правовые аспекты использования БПЛА	3	0	3	2	0	1										
5	Применение БПЛА в различных сферах	8	0	8	4	0	4	PO1-PO3									
5.1	Фото и видеосъемка с использованием БПЛА	4	0	4	2	0	2										
5.2	Промышленные применения БПЛА	4	0	4	2	0	2										
6	Промежуточное тестирование	1	0	1	0	0	1	PO1-PO3									
7	Изучение основ сборки квадрокоптера	12	12	0	4	8	0	PO1-PO3									
7.1	Механическая сборка дрона	3	3	0	1	2	0										
7.2	Электротехническая сборка	3	3	0	1	2	0										
7.3	Настройка кинематики управления	6	6	0	2	4	0										
8	Практические навыки управления БПЛА	88	88	0	1	87	0	PO1-PO3									
8.1	Оснвы управления в симуляторе	40	40	0	0	40	0										
8.2	Подготовка к полету и предполетный осмотр	2	2	0	0	2	0										
8.3	Оснвы управления БПЛА с использованием пульта управления	4	4	0	0	4	0										
8.4	Практические занятия на реальных моделях БПЛА	42	42	0	0	42	0										
Итоговая аттестация		1	1	0	0	1	0	PO1-PO3									
Итого		144	101	43	28	96	20										

КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК*
программы профессионального обучения (профессиональной подготовки)
по профессии «Оператор беспилотных авиационных систем
(с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее)»

Наименование модулей (дисциплин)	Неделя	Объем учебной нагрузки, ч.	Виды занятий (количество часов)				Итоговый контроль
			Лекции	Практ. и семинарские занятия	СРС	Подготовка и сдача зачёта	
Введение в беспилотные летательные аппараты	1	4	2	0	2	1	Зачет
Основы аэродинамики и принципы полета	1	8	4	0	4	1	Зачет
Системы управления и навигации БПЛА	1	10	5	0	5	1	Зачет
Безопасность полетов и правовые аспекты	2	12	8	0	4	1	Зачет
Применение БПЛА в различных сферах	2	8	4	0	4	1	Зачет
Промежуточное тестирование	2	1	0	0	1	1	Экзамен
Изучение основ сборки квадрокоптера	3	12	4	8	0	1	Зачет
Практические навыки управления БПЛА	3,4,5	88	1	87	0	1	Экзамен
Итоговая аттестация	5	1	0	1	0	0	Экзамен

*Календарный учебный график составляется для программ повышения квалификации и представляет собой график учебного процесса, устанавливающий последовательность и продолжительность теоретического обучения, экзаменационных сессий, практик, стажировок, итоговой аттестации

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

1.1. Аннотация программы

Программа профессионального обучения «Оператор (специалист по летной эксплуатации) беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов (с максимальной взлетной массой 30 кг и менее)» разработана с учетом требований профессионального стандарта 17.071 «Специалист по эксплуатации беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 кг и менее» (утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 14.09.2022 № 526н).

Программа направлена на формирование профессиональных компетенций в области летной и базовой технической эксплуатации беспилотных воздушных судов мультироторного типа (квадрокоптер, гексакоптер, VTOL) массой 30 кг и менее различной степени автоматизации управления.

В результате освоения программы профессионального обучения слушатели будут способны:

- осуществлять эксплуатацию различных видов беспилотных воздушных судов, в т.ч. в экстренных ситуациях;
- оценивать метеорологическую и орнитологическую обстановку;
- обеспечивать безопасность при выполнении полетов беспилотных воздушных судов;
- проводить предполетную подготовку и послеполётное обслуживание беспилотного воздушного судна;
- обрабатывать данные, получаемые с целевых нагрузок (камер) беспилотных воздушных судов;
- использовать различные виды целевых нагрузок в зависимости от поставленной задачи;
- настраивать беспилотное воздушное судно и его системы;
- оформлять нормативную документацию и разрешения на полеты.

Программа имеет практикоориентированный характер и, в первую очередь, нацелена на развитие летных навыков.

1.2. Цель программы

Целью реализации программы является формирование у обучающихся профессиональных знаний, умений и навыков по профессии «Оператор беспилотных авиационных систем (с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее)», в рамках вида профессиональной деятельности «Эксплуатация беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее», предусмотренного профессиональным стандартом 17.071 «Специалист по эксплуатации беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой

30 кг и менее» (утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 14.09.2022 № 526н).

1.3. Компетенции (трудовые функции) в соответствии с Профессиональным стандартом (формирование новых или совершенствование имеющихся)

В соответствии с профессиональным стандартом 17.071 «Специалист по эксплуатации беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 кг и менее» (утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 14.09.2022 № 526н), можно выделить следующие трудовые функции, на формирование и совершенствование которых направлена программа повышения квалификации:

– В/01.3 Подготовка к полетам беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее.

– В/02.3 Управление (контроль) полетом одного судна или нескольких беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее.

– В/03.3 Техническое обслуживание беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее.

– В/04.3 Ремонт беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее.

1.4. Планируемые результаты обучения

В результате освоения программы слушатели будут способны:

Р01. Осуществлять подготовку к полетам беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно беспилотное воздушное судно с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее:

– использовать специализированные цифровые платформы полетно-информационного обслуживания и сервисы цифрового журналирования операций;

– анализировать метеорологическую, орнитологическую и аэронавигационную обстановку;

– использовать специальное программное обеспечение для составления программы полета;

– составлять полетное задание и план полета;

– оценивать техническое состояние и готовность к использованию беспилотной авиационной системы.

Р02. Осуществлять управление (контроль) полетом беспилотного воздушного судна с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее:

– осуществлять запуск беспилотного воздушного судна;

- осуществлять дистанционное пилотирование и (или) контроль параметров полета одного беспилотного воздушного судна;
- распознавать и контролировать факторы угроз и ошибок при выполнении полетов;
- определять пространственное положение беспилотного воздушного судна с использованием элементов наземной станции управления;
- принимать меры по обеспечению безопасного выполнения полета беспилотным воздушным судном.

РОЗ. Осуществлять техническое обслуживание беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно беспилотное воздушное судно с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее:

- оценивать техническое состояние элементов беспилотных авиационных систем;
- осуществлять подготовку и настройку элементов беспилотных авиационных систем;
- выполнять техническое обслуживание элементов беспилотной авиационной системы в соответствии с эксплуатационной документацией;
- обслуживать аккумуляторные батареи элементов беспилотных авиационных систем, эксплуатировать наземные источники электропитания.

1.5. Категория слушателей

Лица, имеющие высшее, среднее общее (полное) или среднее профессиональное образование, заинтересованные в получении навыков летной эксплуатации беспилотных воздушных судов.

1.6. Продолжительность обучения

Продолжительность обучения по программе составляет 144 часа.

1.7. Форма обучения:

Очно-заочная, с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

1.8. Требования к материально-техническому обеспечению, необходимому для реализации программы профессионального обучения

Наличие у слушателей: персонального компьютера, высокоскоростного подключения к Интернет (не менее 5 Мбит/с), устройств для работы с мультимедийной информацией: аудиокolonки или наушники; браузера Google Chrome релиза текущего года.

Наличие у слушателей беспилотного летательного аппарата и полетного контроллера, имитационного тренажера приветствуется, но не является обязательным.

1.9. Особенности построения программы профессиональное подготовки

Особенности построения программы профессионального обучения «Оператор (специалист по летной эксплуатации) беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов (с максимальной взлетной массой 30 кг и менее)»:

- модульная структура программы;
- в основу проектирования программы положен компетентностный подход;
 - выполнение комплексных (сквозных) учебных заданий, требующих практического применения знаний и умений, полученных в ходе изучения логически связанных дисциплин (модулей);
 - выполнение итоговых аттестационных работ по реальному заданию;
 - использование информационных и коммуникационных технологий, в том числе современных систем технологической поддержки процесса обучения, обеспечивающих комфортные условия для обучающихся, преподавателей;
 - применение электронных образовательных ресурсов;
 - выполнение учебных заданий с использованием полетного контроллера в имитационном тренажере;
 - выполнение учебных заданий с использованием БВС на открытой местности.

1.10. Документ об образовании: свидетельство о профессии рабочего, должности служащего.

II. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Обучение по программе осуществляется в формате очно-заочного обучения, с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий. Лекционный материал представляется в виде комплекса мини-видео лекций, записей занятий, текстовых материалов, презентаций, размещаемых в «е-Сибирь» (<https://online.sfu-kras.ru/course/view.php?id=495>). Изучение теоретического материала (СРС) предполагается до и после синхронной части работы.

Материально-технические условия реализации программы

Синхронные занятия реализуются на базе Политехнического института ФГАОУ ВО СФУ. Информация о инфраструктуре для проведения блока практической подготовки, список оборудования для проведения блока практической подготовки и список программного обеспечения для проведения блока практической подготовки представлены в таблицах II.1, II.2 и II.3 соответственно.

Таблица II.1 – Инфраструктура для проведения блока практической подготовки

№ п/п	Местонахождение помещений (площадки), предназначенных для реализации практических занятий образовательной программы	Технические характеристики помещения (площадь, высота потолков и т.д.)	Основание
1	Стадион по адресу: г. Красноярск, ул. Борисова, 6к	Площадь 12844м ²	Право оперативного управления (прим: плоскостное сооружение – объект движимого имущества)
2	Помещение по адресу: г. Красноярск, пр. Свободный, д.82, стр. 11 (манеж в здании «Многофункциональный комплекс. 1 этап строительства. Здание 1. Блок 1»)	Площадь помещения - 5423м ² , высота потолков – 16,8-19м, возможность полетов – есть.	Право оперативного управления

Таблица II.2 – Список оборудования для проведения блока практической подготовки

№ п/п	Наличие оборудования предназначенных для реализации практических занятий образовательной программы	Характеристика
1	Квадрокоптер Yuneec Typhoon H Pro	GPS: есть; FPV: есть Время полета: до 25 минут Вес дрона с батареей: 1695гр Взлетный вес дрона: 1950гр Батарея: 4S 14.8V 5400mAh 8C 79.9Wh LiPo Battery POWER 4 (в комплекте) Зарядное устройство: SC4000-4 (заряжает одновременно АКБ как дрона, так и наземную станцию) Пульт управления: 16-ти канальный 5.8GHz WiFi (в

	<p>комплекте) Режимы полета: Orbit Me / Point Of Interest / Journey / Curve Cable Cam / Follow Me (Watch Me) / Dynamic Return to Home Максимальная высота полета: 1600 метров (Restricted by FAA) Максимальный угол крена: 35° Скорость снижения: 1км/ч Максимальная скорость взлета: 18 км/ч Максимальная скорость полета: в режиме Follow me — 70км/ч Среда для полетов: в помещении / вне помещения</p>
<p>Квадрокоптер «Harrumodel Mobula6 (ELRS 2,4 ГГц)»</p>	<p>Бренд - Harrumodel Видеопередача - Аналоговая Питание 1S Протокол приёмника -ELRS 868/915 МГц и ELRS 2,4 ГГц Размер пропеллеров 31 мм Размер рамы (мм) 65 Разъём питания PH2.0 Тип FPV дрона TINY WHOOP</p>
<p>FPV-комплект «Cetus Pro»</p>	<p>Бренд - BETA FPV Видеопередача - Аналоговая Питание - 1S Протокол приёмника – Frsky Размер пропеллеров – 40 мм Размер рамы (мм) – 78 Разъём питания – BT2.0 Тип FPV дрона – TINY WHOOP Версия – Cetus Pro</p>
<p>Дрон «Mark4 7" F405 FC 60A ESC 5,8 ГГц 1,6 Вт VTX 2807»</p>	<p>Рамка для фристайла: Mark4 7" Бесщеточный мотоцикл: FPVKING X2807 1300KV FC: Aocoda-RC F405V2 Гироскоп: MPU6500 Интеграция OSD/черный ящик/барометр PPM/ДСМ/IBUS/ELRS доля: UART1-RX FirmWara: Betaflight/NAV/APM 4-в-1 ESC: Aocoda-RC3060S Непрерывный ток: 60 А/Пиковый ток: 70 А [20 с] Встроенный датчик тока/Входное напряжение: 3-6S LiPo Firmvar: BL-S/Bluejay Видеопередатчик: AKK Race Ranger 5,8G 1,6 W 2-6S Камера: JINJEAN 1500TVL 19×19 мм Приемник: ELRS24Ghz Лопастной пропеллер: 7x4x3 трехлопастной пропеллер Вес изделия: 496,5 г</p>
<p>Квадрокоптер HGLRC Sector D5 Analog (6S) (PNP)</p>	<p>Бренд - HGLRC Видеопередача - Аналоговая Питание - 6S Протокол приёмника - PNP - без приёмника Размер пропеллеров - 5" Размер рамы (мм) - 225 Разъём питания - XT60 Тип FPV дрона - FREESTYLE</p>
<p>Квадрокоптер iFlight Nazgul Evoque F5X V2 Analog (6S) (PNP)</p>	<p>Бренд - iFlight Видеопередача - Аналоговая Питание - 6S Протокол приёмника - ELRS24Ghz Размер пропеллеров - 5" Размер рамы (мм) - 223 Разъём питания - XT60 Рекомендуемый производителем аккумулятор Тип FPV дрона - FREESTYLE</p>
<p>Геоскан Пионер Многофункциональный учебно-методический комплекс с функциями</p>	<p>Длительность полета: - до 17 минут Макс. допустимая скорость ветра: - до 5 м/с Скорость полета: - до 65 км/ч</p>

	доверенной среды	<p>Масса квадрокоптера: - 355 г Габаритные размеры: - 290x290x120 мм Макс. высота полета: - 500 м Температура эксплуатации: - от 0 до +40 °С Двигатели: - бесколлекторные, 1306 3100 KV Взлет / посадка: - вертикально</p>
2	Компьютерный класс на 16 рабочих мест + 1 место преподавателя	<p>Компьютер: Процессор Intel Core i7-9700F Оперативная память 32 Gb Видеокарта Nvidia Quadro P2000 GDDR5 5Gb Каждый компьютер укомплектован двумя мониторами Samsung C27F390FHI</p>
3	Защитная сетка	Сетка-куб 3x3x3, материал стоек – алюминий, материал сетки – полипропиленовая нить
4	Паяльная станция «Элемент 878D»	<p>Мощность 700 Вт Напряжение сети 220 В Тип нагревательного элемента керамический Мощность паяльника 50 Вт Рабочая температура паяльника (min / max) 200 - 480 °С Нагревательный элемент спираль Мощность термофена 600 Вт Напряжение термофена 220 В Рабочая температура термофена (min / max) 100 - 450 °С</p>
5	Цифровой осциллограф Hantek DSO5102P	<p>Каналов 2 Аналоговая полоса пропускания 100 МГц Время нарастания (Rise Time) 3.5 нс Входной импеданс 1М Входная чувствительность 2мВ/деление до 5В/деление Связь на входе AC, DC and GND Вертикальное разрешение 8 бит Максимальное входное напряжение (вход 1:1) KAT I и KAT II: 30V rms; KAT III: 15V Rms KAT II: уменьшается на 20дБ/декаду свыше 100кГц до 1.3Втик AC на 3МГц и выше. Для несинусоидального сигнала пик должен быть менее 45В. Превышение 30В должно быть менее 100мс. Среднеквадратичный уровень сигнала включая постоянную составляющую не должен превышать 30В. При использовании щупа 1:10 (в комплекте) напряжение может быть в 10 раз больше. Дискретизация реального времени 1 ГГц при 1 канале, 0.5ГГц в 2-х канальном режиме.</p>
6	USB-анализатор спектра реального времени RSA306B	<p>Максимальный диапазон частот от 9 кГц до 6,2 ГГц Полоса захвата 40 МГц Динамический диапазон От -160 до +20 дБм</p>

Таблица II.3 – Список программного обеспечения для проведения блока практической подготовки

№ п/п	Название программного обеспечение для проведения блока практической подготовки	Основание
1	Windows 10 Pro для образовательных учреждений с пакетом ПО основанном на сервисах Microsoft 365 Professional Plus	Лицензионное ПО
2	QGroundControl (сайт QGroundControl)	Бесплатное ПО
3	Betaflight Configurator (сайт Betaflight Configurator)	Бесплатное ПО
4	OpenPilot GCS (сайт OpenPilot GCS)	Бесплатное ПО
5	BLHeli Configurator (сайт BLHeli Configurator)	Бесплатное ПО
6	LiFFToF (сайт LiFFToF)	Бесплатное ПО
7	Gazebo (сайт gazebosim)	Бесплатное ПО
8	MissionPlanner (сайт ardupilot)	Бесплатное ПО

Учебно-методическое и информационное обеспечение программы

Программа включает занятия лекционного типа, интерактивные формы обучения и практические занятия.

По данному курсу имеется электронный УМК — электронный курс в «е-Сибирь» (<https://online.sfu-kras.ru/course/view.php?id=495>). Обучающиеся могут дополнить представленные материалы, подключая к учебной работе иные источники информации, освещающие обсуждаемые проблемы.

Учебно-методическое обеспечение, в т.ч. электронные ресурсы в корпоративной сети СФУ и сети Интернет

1. Брусов В.С., Петручик В.П., Морозов Н.И. Аэродинамика и динамика полета малоразмерных беспилотных летательных аппаратов. – М.: МАИ-Принт, 2010. - 340 с.
2. Фетисов, В. С. Беспилотная авиация: терминология, классификация, современное состояние / В. С. Фетисов, Л. М. Неугодникова, В. В. Адамовский, Р. А. Красноперов. – Уфа: ФОТОН, 2014. – 217 с.
3. Суомалайнен А. Беспилотники: автомобили, дроны, мультикоптеры. – М.: ДМК Пресс, 2018. - 120 с.
4. Регистрация квадрокоптера в России в 2025 году – <https://www.kp.ru/expert/elektronika/registratsiya-kvadrokoptera/>
5. Воздушный кодекс Российской Федерации (с изменениями) – <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102046246>
6. Федеральные правила использования воздушного пространства.
7. Корнев В.М., Особенности конструкции и эксплуатации беспилотных летательных аппаратов самолетного типа.
8. Астахова Н.Л., Лукашов В.А., Дроны и их пилотирование. С чего начать.
9. Рэндл У. Биард, Тимоти У. МакЛейн, Малые беспилотные летательные аппараты. Теория и практика.
10. Моисеев В.С. Прикладная теория управления беспилотными летательными аппаратами. — Казань: ГБУ «Республиканский центр мониторинга качества образования», 2013. — 768 с.
11. Яценков В.С., Твой первый квадрокоптер: теория и практика.
12. Фетисов В.С., Артемьев А.Е., Муфаззалов Д.Ф., Автоматические сервисные станции для обслуживания электрических беспилотных летательных аппаратов.
13. Планирование миссий полета и анализ данных (ПО Mission Planner) - <http://ardupilot-mega.ru/index.php/manuals/missionplanner>

Содержание комплекта учебно-методических материалов

По данному модулю программы имеется электронный учебно-методический комплекс в «е-Сибирь» (<https://online.sfu-kras.ru/course/view.php?id=495>). УМК содержит: систему навигации по программе (учебно-тематический план, интерактивный график работы

по программе, сведения о результатах обучения, о преподавателях программы, чат для объявлений и вопросов преподавателям), набор видео лекций, презентации к лекциям, набор ссылок на внешние образовательные ресурсы и инструменты, систему заданий с подробными инструкциями, списки основной и дополнительной литературы.

Виды и содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа слушателей программы ориентирована на выработку навыков эффективной профессиональной практической деятельности. Самостоятельная работа по освоению программы осуществляется в осмыслении теоретического материала в соответствии с дисциплинами программы, выполнении практических работ по модулям.

Выполнение самостоятельной работы слушателями предполагается в дистанционном режиме в рамках электронного курса, размещенного в системе дистанционного обучения «е-Сибирь» (<https://online.sfu-kras.ru/course/view.php?id=495>). Самостоятельно слушателями выполняются задания по закреплению практических навыков, полученных на занятиях, изучаются нормативные документы.

Самостоятельная работа предполагает:

- изучение теоретического курса, в том числе, материалов, которые не вошли в курс лекций;
- изучение нормативных документов в области БАС;
- просмотр видео лекций;
- выполнение практических заданий по дисциплинам программы;
- тестирование.

III. КАДРОВЫЕ УСЛОВИЯ

Руководитель программы:

Первухин Михаил Викторович, д.т.н., профессор, директор Политехнического института ФГАОУ ВО Сибирский федеральный университет

Преподаватели программы:

Колотов Андрей Васильевич, к.т.н., доцент, заместитель директора Политехнического института ФГАОУ ВО СФУ, доцент кафедры «Прикладная механика» ФГАОУ ВО Сибирский федеральный университет;

Лукин Роман Сергеевич, старший преподаватель кафедры «Конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств» ФГАОУ ВО СФУ.

IV. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

4.1. Формы аттестации, оценочные материалы

Программа предусматривает проведение текущей и итоговой аттестации. Текущая аттестация слушателей проводится на основе оценки активности и участия в вебинарах, а также качества выполнения заданий в электронной образовательной среде «е-Сибирь» (<https://online.sfu-kras.ru/course/view.php?id=495>).

Методические материалы, необходимые для выполнения текущих заданий, представлены в соответствующих элементах электронного обучающего курса и включают описание задания, методические рекомендации по его выполнению, критерии оценивания.

МОДУЛИ «Введение в беспилотные летательные аппараты», «Основы аэродинамики и принципы полета», «Системы управления и навигации БПЛА», «Безопасность полетов и правовые аспекты», «Применение БПЛА в различных сферах»

Форма: Зачет.

Диагностические инструменты: Тестирование.

Показатели и критерии оценивания:

По окончании каждого модуля производится тестирование в системе электронного обучения.

Каждый из контрольных тестов содержит 30 вопросов и состоит из двух блоков. Первый блок состоит из 20 вопросов и проверяет полученные знания в области правовых аспектов использования воздушного пространства и обеспечения безопасности.

Второй блок состоит из 10 вопросов и нацелен на проверку сформированности умений и навыков составления документов и заявок для осуществления полета БВС и обеспечения безопасности при эксплуатации БВС согласно нормативным документам.

На выполнение теста дается 1 академический час.

Для прохождения тестирования дается 3 попытки.

Показатели и критерии оценивания 1-го блока теста:

1. Знать правовые аспекты использования воздушного пространства - критерии оценивания: знает/ не знает;

2. Знать основные виды воздушного пространства - критерии оценивания: знает/ не знает;

3. Знать основные понятия, связанные с использованием беспилотного воздушного судна - критерии оценивания: знает/ не знает;

4. Знать виды целевых нагрузок и методы их использования - критерии оценивания: знает/ не знает.

5. Знать основные методы предупреждения и предотвращения нештатных ситуаций – критерии оценивания: знает/ не знает.

6. Знать методы оценки метеорологической, орнитологической и

аэронавигационной обстановки местности -критерии оценивания: знает/ не знает.

7. Уметь определять назначение различных целевых нагрузок - критерии оценивания: умеет/ не умеет.

8. Уметь оценивать метеорологическую, орнитологическую и аэронавигационную обстановку местности - критерии оценивания: умеет/ не умеет.

Шкала оценивания

Оценивается каждый блок теста по качественной шкале (зачтено/не зачтено).

При ответе на 70% вопросов в блоке или более обучающемуся ставится оценка «зачтено».

ПРОМЕЖУТОЧНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ: Для прохождения промежуточной аттестации необходима оценка «зачтено» по каждому блоку.

Форма: Оценивание по 5 бальной шкале.

Диагностические инструменты: Тестирование.

Показатели и критерии оценивания:

Тестирование производится в системе электронного обучения.

Тест содержит 30 вопросов и состоит из двух блоков. Сформирован из базы вопросов модулей «Введение в беспилотные летательные аппараты», «Основы аэродинамики и принципы полета», «Системы управления и навигации БПЛА», «Безопасность полетов и правовые аспекты», «Применение БПЛА в различных сферах».

Диагностические инструменты теоретической части - тестирование из 30 вопросов в дистанционном формате.

В случае прохождения итогового тестирования обучающиеся допускаются к практической части.

Тестирование производится в системе электронного обучения.

Контрольный тест содержит 30 вопросов и состоит из двух блоков. Первый блок состоит из 15 вопросов и проверяет полученные знания в области правовых аспектов и обеспечения безопасности. Второй блок состоит из 15 вопросов и нацелен на проверку знания теоретических аспектов летной эксплуатации, обслуживания и ремонта БВС, а также использования целевых нагрузок.

На выполнение теста дается 2 академических часа.

Для прохождения тестирования дается 1 попытка.

Тестирование:

Для выставления оценки за экзамен осуществляется подсчет критических и некритических ошибок, т.е.:

- отлично - количество некритических ошибок 0-4;
- хорошо - количество некритических ошибок 5-7;
- удовлетворительно - количество некритических ошибок 8-10;
- неудовлетворительно - количество некритических ошибок более 10;
- неудовлетворительно - количество критических ошибок более 1.

При этом, если обучающийся не укладывается в обозначенное время, также ставится оценка неудовлетворительно.

МОДУЛЬ «Изучение основ сборки квадрокоптера»

Форма: Зачет

Диагностические инструменты: Практическая работа

Показатели и критерии оценивания:

Практическая работа производится в учебном помещении и на открытом пространстве и представляет собой набор из трех заданий, направленных на проверку сформированности соответствующих знаний, умений и навыков.

В качестве заданий выступают:

- 1) Заполнение разрешений и документов для подачи заявки на осуществление полетов в указанной зоне;
- 2) Прохождение заданной трассы на открытом пространстве с использованием ручного режима управления БВС;
- 3) Обработка информации с БВС, в т.ч. с его целевой нагрузки.

На выполнение комплекса заданий дается 2 попытки.

На 1 попытку выделяется не более 1 академического часа, при превышении регламентированного времени выполнения комплекса заданий попытка аннулируется без возможности восстановления.

Задание считается успешно выполненным, если:

- 1) обучающийся верно заполнил разрешения и документы;
- 2) обучающийся прошел заданную трассу в ручном режиме без падений, нештатные ситуации, независимые от обучающегося, не происходили или были предотвращены;
- 3) обучающийся обработал информацию с БВС, в т.ч. с его целевой нагрузки

Шкала оценивания:

Оценивается выполнение каждого задания комплекса (зачтено/не зачтено).

При верном выполнении 2 и более заданий (2 и более заданий зачтены) обучающемуся ставится общая оценка "зачтено". Оценки озвучиваются только после выполнения участником всего комплекса заданий.

Название кейса/ задания/ проекта	Практическая работа
Подробное описание задач, выполняемых в рамках кейса/ задания/ проекта	Практическая работа производится в учебном помещении и на открытом пространстве и представляет собой набор из трех заданий, направленных на проверку сформированности соответствующих знаний, умений и навыков. В качестве заданий выступают: 1) Заполнение разрешений и документов для подачи заявки на осуществление

	<p>полетов в указанной зоне; 2) Прохождение заданной трассы на открытом пространстве с использованием ручного режима управления БВС; 3) Обработка информации с БВС, в т.ч. с его целевой нагрузки. На выполнение комплекса заданий дается 2 попытки. На 1 попытку выделяется не более 1 академического часа, при превышении регламентированного времени выполнения комплекса заданий попытка аннулируется без возможности восстановления. Задание считается успешно выполненным, если: 1) обучающийся верно заполнил разрешения и документы; 2) обучающийся прошел заданную трассу в ручном режиме без падений, нештатные ситуации, независимые от обучающегося, не происходили или были предотвращены; 3) обучающийся смог получить трехмерную модель (либо ортофотоплан, цифровую модель, облако точек, в зависимости от задания) на основе предоставленного датасета.</p>
<p>Подробное описание объекта (БАС, компоненты, механизмы, узлы и т.д.) и его характеристик в рамках работы над кейсом/заданием/проектом. В случае, если практическая подготовка осуществляется в сфере разработки /программирования/ производства/ ремонта БАС, то приводится описание БАС и разрабатываемых для нее систем и (или) /элементов. В случае, если практическая подготовка осуществляется в сфере пилотирования БАС, то приводится описание площадки/местоположения и условий выполнения полета.</p>	<p>Беспилотное воздушное судно мультироторного типа, вид "квадрокоптер FPV", масса до 2,5 кг в количестве 1 шт. на 2 обучающихся. В комплекте с ним предоставляются зап. части, винты и аккумуляторная батарея. В его состав входят: электродвигатели, полетный контроллер, регулятор оборотов 4в1, приемник сигнала, видеопередатчик, аналоговая камера, конденсатор, пропеллеры, рама карбоновая. Корпус судна не герметичен, электронные компоненты открыты, их электрические контакты не изолированы. Беспилотное воздушное судно вида "квадрокоптер" от компании DJI, такое как Mavic 3, в количестве 1 шт. на 5 обучающихся. Данные беспилотные воздушные суда оснащены пультами управления и экранами/ очками.</p>
<p>Перечень инструментов, материалов и оборудования, используемых для выполнения задач в рамках кейса/ задания/ проекта</p>	<p>Ноутбук с предустановленным программным обеспечением, беспилотное воздушное судно в комплекте с пультом управления и экраном, сформированный датасет фото- и видеоматериалов объекта.</p>
<p>Перечень программного обеспечения,</p>	<p>В ходе выполнения задания</p>

языков программирования, их фреймворков и библиотек, используемых для выполнения задач в рамках кейса/задания/проекта	предполагается использование следующего программного обеспечения: Mission Planner, QGC, Betaflight Configurator, DJI Assistant, DJI Fly, Metashape Agisoft Pro.
Описание критериев оценки и диапазон значений	Оценивается выполнение каждого задания комплекса (зачтено/не зачтено). При верном выполнении 2 и более заданий (2 и более заданий зачтены) обучающемуся ставится общая оценка "зачтено". Оценки озвучиваются только после выполнения участником комплекса заданий.

МОДУЛЬ «Практические навыки управления БПЛА»

Форма: Зачет

Диагностические инструменты: Практическая работа

Показатели и критерии оценивания:

Практическая работа производится в учебном помещении и представляет собой набор из трех заданий, направленных на проверку сформированности соответствующих знаний, умений и навыков.

В качестве заданий выступают:

- 1) Подготовка БВС к полету и послеполетное обслуживание;
- 2) Диагностика состояния БВС и выполнение мелкого ремонта;
- 3) Настройка систем управления БВС.

На выполнение комплекса заданий дается 2 попытки.

На 1 попытку выделяется не более 1 академического часа, при превышении регламентированного времени выполнения комплекса заданий попытка аннулируется без возможности восстановления.

Задание считается успешно выполненным, если:

- 1) обучающийся следовал регламенту предполетной подготовки и послеполетного обслуживания без существенных отступлений;
- 2) обучающийся верно определил состояние систем БВС и выполнил мелкий ремонт при наличии на это средств и ресурсов;
- 3) обучающийся верно следовал алгоритму настройки систем управления БВС.

Шкала оценивания:

Оценивается выполнение каждого задания комплекса (зачтено/не зачтено).

При верном выполнении 2 и более заданий (2 и более заданий зачтены) обучающемуся ставится общая оценка "зачтено". Оценки озвучиваются только после выполнения участником всего комплекса заданий.

Название кейса/ задания/ проекта	Практическая работа
Подробное описание задач, выполняемых в рамках кейса/ задания/ проекта	Практическая работа производится в учебном помещении и представляет собой набор из трех заданий, направленных на проверку сформированности соответствующих знаний,

	<p>умений и навыков. В качестве заданий выступают:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Подготовка БВС к полету и послеполетное обслуживание; 2) Диагностика состояния БВС и выполнение мелкого ремонта; 3) Настройка систем управления БВС. <p>На выполнение комплекса заданий дается 2 попытки. На 1 попытку выделяется не более 1 академического часа, при превышении регламентированного времени выполнения комплекса заданий попытка аннулируется без возможности восстановления. Задание считается успешно выполненным, если:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) обучающийся следовал регламенту предполетной подготовки и послеполетного обслуживания без существенных отступлений; 2) обучающийся верно определил состояние систем БВС и выполнил мелкий ремонт при наличии на это средств и ресурсов; 3) обучающийся верно следовал алгоритму настройки систем управления БВС.
<p>Подробное описание объекта (БАС, компоненты, механизмы, узлы и т.д.) и его характеристик в рамках работы над кейсом/заданием/проектом. В случае, если практическая подготовка осуществляется в сфере разработки/ программирования/ производства/ ремонта БАС, то приводится описание БАС и разрабатываемых для нее систем и (или) /элементов. В случае, если практическая подготовка осуществляется в сфере пилотирования БАС, то приводится описание площадки/местоположения и условий выполнения полета.</p>	<p>Беспилотное воздушное судно мультироторного типа, вид "квадрокоптер FPV", масса до 2,5 кг в количестве 1 шт. на 2 обучающихся. В комплекте с ним предоставляются зап. части, винты и аккумуляторная батарея. В его состав входят: электродвигатели, полетный контроллер, регулятор оборотов 4в1, приемник сигнала, видеопередатчик, аналоговая камера, конденсатор, пропеллеры, рама карбоновая. Корпус судна не герметичен, электронные компоненты открыты, их электрические контакты не заизолированы. Беспилотное воздушное судно вида "квадрокоптер" от компании DJI, такое как Mavic 3, в количестве 1 шт. на 5 обучающихся. Данные беспилотные воздушные суда оснащены пультами управления и экранами/очками.</p>
<p>Перечень инструментов, материалов и оборудования, используемых для выполнения задач в рамках кейса/задания/проекта</p>	<p>Мультиметр, спектроанализатор, осциллограф, лабораторный блок питания, паяльная станция, термопистолет, фен, 3Д принтер, флюс, припой, набор проводов, набор термоусадочной трубки, термоклея, пластик в катушке, соединительные провода, ноутбук с предустановленным программным обеспечением.</p>
<p>Перечень программного обеспечения, языков программирования, их фреймворков и библиотек, используемых для выполнения задач в рамках</p>	<p>В ходе выполнения задания предполагается использование следующего программного обеспечения: Mission Planner, QGC, Betaflight Configurator, DJI Assistant</p>

кейса/задания/проекта	
Описание критериев оценки и диапазон значений	Оценивается выполнение каждого задания комплекса (зачтено/не зачтено). При верном выполнении 2 и более заданий (2 и более заданий зачтены) обучающемуся ставится общая оценка "зачтено". Оценки озвучиваются только после выполнения участником комплекса заданий.

4.2. Итоговая аттестация

Итоговая аттестация предполагает проведение экзамена, состоит из двух частей - теоретической и практической части.

.Форма: Оценивание по 5 бальной шкале.

Диагностические инструменты: Теоретическая часть – тестирование, практической части.

Показатели и критерии оценивания:

Тестирование производится в системе электронного обучения.

Тест содержит 30 вопросов и состоит из двух блоков. Сформирован из базы вопросов модулей «Введение в беспилотные летательные аппараты», «Основы аэродинамики и принципы полета», «Системы управления и навигации БПЛА», «Безопасность полетов и правовые аспекты», «Применение БПЛА в различных сферах».

Диагностические инструменты теоретической части - тестирование из 30 вопросов в дистанционном формате.

В случае прохождения итогового тестирования обучающиеся допускаются к практической части.

Диагностические инструменты практической части экзамена: решение практической задачи летно-технической эксплуатации.

- описание методов и технологий (с характеристикой заданий, кейсов, вопросов и других инструментов оценивания);

- описание показателей и критериев оценивания, шкалы оценивания (с диапазоном значений);

Тестирование производится в системе электронного обучения.

Контрольный тест содержит 30 вопросов и состоит из двух блоков. Первый блок состоит из 15 вопросов и проверяет полученные знания в области правовых аспектов и обеспечения безопасности. Второй блок состоит из 15 вопросов и нацелен на проверку знания теоретических аспектов летной эксплуатации, обслуживания и ремонта БВС, а также использования целевых грузов.

На выполнение теста дается 2 академических часа.

Для прохождения тестирования дается 1 попытка.

Показатели и критерии оценивания практической части экзамена:

1. Уметь составлять заявки на осуществление полетов - умеет/ не умеет

2. Уметь вести необходимую эксплуатационную документацию - документация, подготовленная обучающимся, соответствует требованиям в полной мере/в оформлении документации есть недочеты/ не соответствует требованиям

3. Уметь планировать летную эксплуатацию с учетом требований действующего законодательства, а также норм и требований к безопасной эксплуатации беспилотного воздушного судна. - умеет в полной мере/ допускает ошибки в планировании летной миссии, не влекущие за собой рисков безопасной эксплуатации/допускает ошибки в планировании летной миссии не позволяющие произвести летную эксплуатацию безопасным способом, либо с грубым нарушением требований законодательства.

4. Способен самостоятельно проводить сборку/разборку/дефектовку беспилотного воздушного судна мультироторного типа - навык полностью сформирован/ навык сформирован частично/ навык не сформирован

5. Способен производить настройку беспилотного воздушного судна мультироторного типа и наземной станции - навык полностью сформирован/навык сформирован частично/навык не сформирован

6. Способен производить предполетную подготовку и сервисное обслуживание беспилотного воздушного судна - - навык полностью сформирован/навык сформирован частично/навык не сформирован

7. Способен применять целевые нагрузки в ходе летной эксплуатации - навык полностью сформирован/навык сформирован частично/навык не сформирован

8. Способен обрабатывать данные целевой нагрузки - навык полностью сформирован/навык сформирован частично/навык не сформирован

Тестирование:

Для выставления оценки за экзамен осуществляется подсчет критических и некритических ошибок, т.е.:

- отлично - количество некритических ошибок 0-4;
- хорошо - количество некритических ошибок 5-7;
- удовлетворительно - количество некритических ошибок 8-10;
- неудовлетворительно - количество некритических ошибок более 10;
- неудовлетворительно - количество критических ошибок более 1.

При этом, если обучающийся не укладывается в обозначенное время, также ставится оценка неудовлетворительно.

Название кейса/ задания/ проекта	Типовое задание: «Проведение полетной миссии с заданными условиями»
Подробное описание задач, выполняемых в рамках кейса/ задания/ проекта	Перед экзаменом каждому обучающемуся определяется задача и ограничения на выполнение полетов. Среди типовых задач могут быть определены следующие: <ul style="list-style-type: none">• Обнаружить в зоне полетов конкретный объект.• Осуществить круговой облет зоны полетов (патрулирование, осмотр).

- Оценить внешнее состояние объекта, находящегося в зоне полетов, с учетом возможностей целевой нагрузки.
- Следовать/сопровождать объект.
- Применить целевую нагрузку типа "распылители", "устройства захвата", камеры.

Среди типовых ограничений могут быть определены следующие:

- Избегать конкретной зоны.
- Фиксировать местоположения ориентира с помощью целевой нагрузки.
- Произвести полет в установленное время.
- Не использовать автоматические режимы.
- Произвести выполнение задания в автономном режиме.

Ограничения и задания могут быть скорректированы в соответствии со спецификой области профессиональной деятельности обучающегося или по запросу заказчика обучения.

Для каждой типовой задачи подготовлены дроны в разобранном/собранном виде, установленной/снятой целевой нагрузкой, комплектом эксплуатационной документации.

Для каждого типа задачи экзаменаторами получены разрешения на полеты с заданной типовой периодичностью.

Условие самостоятельного получения разрешения обусловлено необходимостью осуществления полетов в заданных экзаменационной комиссией временных и территориальных рамок.

При получении задания каждый обучающийся:

1. проводит экспертизу задания с точки зрения законодательства (ограничения и возможности),
2. проводит экспертизу задания с точки зрения обеспечения безопасности,
3. готовит проект летной миссии,
4. готовит проект заявки на получение разрешения на полеты
5. оценивает полученный комплект беспилотного воздушного судна с точки зрения необходимости дополнительного технического обслуживания (для задач с высоким уровнем летной сложности комплекты заготовлены с максимальным уровнем готовности к полетам и наоборот).
6. оценивает состояние и тип целевой нагрузки
 - 6.1. при необходимости устанавливает целевую нагрузку
7. осуществляет необходимые технические операции для подготовки к полетам в соответствии с задачами полетной миссии (сборка беспилотного воздушного судна, программирование полета/ установка(подключение) целевой нагрузки/проверка настройки наземного оборудования и т.п.)
8. производит тестирование беспилотного воздушного

	<p>судна</p> <p>9. выполняет поставленную задачу</p> <p>10. осуществляет послеполетное обслуживание БВС</p> <p>11. осуществляет работы с данными целевой нагрузки или ее обслуживание (в зависимости от типа целевой нагрузки)</p> <p>12. при необходимости делает пометки в эксплуатационной документации.</p> <p>Формулировки типовых задач:</p> <p>1. Оценить внешнее состояние объекта, находящегося в зоне полетов, с учетом возможностей целевой нагрузки:</p> <p>«Вы работаете в системе ЖКХ. Вам поставлена задача оценить состояние рубероидного покрытия, а также жестяных элементов крыши нежилого здания, находящегося в плотной промышленной застройке. Предприятие выдало Вам разрешение на осуществление полета. Нужно Вам здание стандартным образом подключено к электросетям, имеет собственную котельную, однако приближаться к зданию можно только на высоте не менее 9 метров. Более того, здание находится в глубине территории и разрешения на пролет от соседних предприятий не получено - за зону полетов выходить запрещено. В Вашем распоряжении есть БАС типа «квадрокоптер» весом до 30 килограммов (марка/модель), а также периферийные устройства и органы управления, упакованные в сложенном виде в кейс. Целевая нагрузка для фото- видеосъемки интегрирована в устройство.</p> <p>Площадка: территория учебного аэродрома.</p> <p>Здание для проверки навыков пилотирования и использования возможностей целевой нагрузки: административное здание учебного аэродрома.</p> <p>Условия: Экзаменационный полет начинается в стороне от основной зоны полетов, зоны запрещенные к полетам отмечены лентой или капитальными заборами. Полет должен проводиться в ручном режиме с учетом метеорологической и орнитологической обстановки</p>
<p>Подробное описание объекта (БАС, компоненты, механизмы, узлы и т.д.) и его характеристик в рамках работы над кейсом/заданием/проектом. В случае, если предмет итоговой аттестации является оценка компетенций в сфере разработки/программирования/производства/ремонта БАС, то приводится описание БАС и разрабатываемых для нее</p>	<p>БАС типа квадрокоптер: Мавик 3 классик/3/3ПРО/Air2s/air2/ с пультом ДУ/ флэш-накопителем- картой памяти microSD емкостью не менее 32 GB и скоростным классом не ниже V30/ анализатор спектра Arinst ssa r2 измерительной логопериодической антенной KROKS KP6-600/6000 для оценки радиоэлектронной обстановки в месте полета и смартфон на базе андроид для оценки наличия или отсутствия атаки ложной координатой GPS (спуфинг)</p> <p>Пауэрбанк с функцией быстрой зарядки для зарядки пульта ДУ в процессе полета.</p> <p>Кабель USB-c-usb A.</p>

<p>систем и (или) /элементов. В случае, если предметом итоговой аттестации является оценка компетенций в сфере пилотирования БАС, то приводится описание площадки/местоположения и условий выполнения полета.</p>	<p>Для просмотра и презентации материалов облета заказчику используется: ноутбук CPU i5 gen8/ram8 GB/ROM SSD 256 GB/ в случае необходимости создания ортофотоплана используется Ноутбук с дискретной видеокартой таких характеристик: CPU i5 gen10 и выше/RAM 16 GB/ROM 256 GB/ VGA gtx1050 ti или выше и ПО Agisoft metashape в режиме пробной версии или аналогичное оборудование из расчета 1 дрон на двух обучающихся.</p>
<p>Перечень инструментов, материалов и оборудования, используемых для выполнения задач в рамках кейса/ задания/ проекта</p>	<p>Целевая нагрузка: Эмулятор целевой нагрузки "альпинистский комплект": весом до 1,5 килограмма с тросом крепления, длиной 1 метр и крепежным кольцом. Целевая нагрузка "лидары". Целевая нагрузка "камера". Целевая нагрузка "устройства захвата". Целевая нагрузка "распылители". Оборудование: БАС типа квадрокоптер: Мавик 3 классик/3/3ПРО/Air2s/air2/ с пультом ДУ/ флэш-накопителем- картой памяти microSD емкостью не менее 32 GB и скоростным классом не ниже V30/. Анализатор спектра Arinst ssa r2 измерительной логопериодической антенной KROKS KP6-600/6000 для оценки Радиоэлектронной обстановки в месте полета и смартфон на базе андроид для оценки наличия или отсутствия атаки ложной координатой GPS (спуфинг) Пауэрбанк с функцией быстрой зарядки для зарядки пульта ДУ в процессе полета. Кабель USB-c-usb A. Ноутбук CPU i5 gen8/ram8 GB/ROM SSD 256 GB/ В случае необходимости создания ортофотоплана используется Ноутбук с дискретной видеокартой таких характеристик: CPU i5 gen10 и выше/RAM 16 GB/ROM 256 GB/ VGA gtx1050 ti или выше и ПО Agisoft metashape в режиме пробной версии Может быть использовано аналогичное оборудование из расчета 1 дрон на двух обучающихся, а также, для тестирования навыков сборки/разборки дефектовки использоваться дополнительные учебные наборы.</p>
<p>Перечень программного обеспечения, языков программирования, их фреймворков и библиотек, используемых для выполнения задач в рамках кейса/ задания/ проекта</p>	<p>Для просмотра и презентации материалов облета, настройки устройств используется: офисное программное обеспечение для просмотра фото-видеоконтента и специализированное ПО Agisoft metashape (в режиме пробной версии) , DJI Fly, Liftoff, QGroundControl и Pix4D, Metashape Agisoft Pro, (или аналогичное оборудование и ПО).</p>
<p>Описание критериев оценки и диапазон значений</p>	<p>Показатели и критерии оценивания практической части экзамена: 1. Уметь составлять заявки на осуществление полетов - умеет/ не умеет</p>

2. Уметь вести необходимую эксплуатационную документацию - документация, подготовленная обучающимся, соответствует требованиям в полной мере/в оформлении документации есть недочеты/ не соответствует требованиям

3. Уметь планировать летную эксплуатацию с учетом требований действующего законодательства, а также норм и требований к безопасной эксплуатации беспилотного воздушного судна. - умеет в полной мере/ допускает ошибки в планировании летной миссии, не влекущие за собой рисков безопасной эксплуатации/допускает ошибки в планировании летной миссии не позволяющие произвести летную эксплуатацию безопасным способом, либо с грубым нарушением требований законодательства.

4. Способен самостоятельно проводить сборку/разборку/дефектовку беспилотного воздушного судна мультироторного типа – навык полностью сформирован/навык сформирован частично/навык не сформирован

5. Способен производить настройку беспилотного воздушного судна мультироторного типа и наземной станции - навык полностью сформирован/навык сформирован частично/навык не сформирован

6. Способен производить предполетную подготовку и сервисное обслуживание беспилотного воздушного судна - навык полностью сформирован/навык сформирован частично/навык не сформирован

7. Способен применять целевые нагрузки в ходе летной эксплуатации - навык полностью сформирован/навык сформирован частично/навык не сформирован

8. Способен обрабатывать данные целевой нагрузки/обслуживать целевую нагрузку - навык полностью сформирован/навык сформирован частично/навык не сформирован

Для выставления оценки за экзамен осуществляется подсчет критических и некритических ошибок, т.е.

- отлично - количество некритических ошибок 0-4;
- хорошо - количество некритических ошибок 5-7;
- удовлетворительно - количество некритических ошибок 8-10;
- неудовлетворительно - количество некритических ошибок более 10;
- неудовлетворительно - количество критических ошибок более 1.

При этом, если обучающийся не укладывается в обозначенное время, также ставится оценка неудовлетворительно.

Программу составил:
канд. техн. наук, доцент

Колотов А.В.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

модуля 1

«Введение в беспилотные летательные аппараты»

1. Аннотация

Данный модуль знакомит с основными понятиями и определениями в сфере беспилотных авиационных систем.

Цель модуля (результаты обучения)

В результате освоения модуля слушатели будут способны:

РО1. Осуществлять подготовку к полетам беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно беспилотное воздушное судно с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее:

- использовать специализированные цифровые платформы полетно-информационного обслуживания и сервисы цифрового журналирования операций;

- анализировать метеорологическую, орнитологическую и аэронавигационную обстановку;

- использовать специальное программное обеспечение для составления программы полета;

- составлять полетное задание и план полета;

- оценивать техническое состояние и готовность к использованию беспилотной авиационной системы.

РО2. Осуществлять управление (контроль) полетом беспилотного воздушного судна с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее:

- осуществлять запуск беспилотного воздушного судна;

- осуществлять дистанционное пилотирование и (или) контроль параметров полета одного беспилотного воздушного судна;

- распознавать и контролировать факторы угроз и ошибок при выполнении полетов;

- определять пространственное положение беспилотного воздушного судна с использованием элементов наземной станции управления;

- принимать меры по обеспечению безопасного выполнения полета беспилотным воздушным судном.

РО3. Осуществлять техническое обслуживание беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно беспилотное воздушное судно с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее:

- оценивать техническое состояние элементов беспилотных авиационных систем;

- осуществлять подготовку и настройку элементов беспилотных авиационных систем;

- выполнять техническое обслуживание элементов беспилотной авиационной системы в соответствии с эксплуатационной документацией;

- обслуживать аккумуляторные батареи элементов беспилотных авиационных систем, эксплуатировать наземные источники электропитания.

2. Содержание

№ Наименование темы	Содержание лекций (количество часов)	Наименование практических (семинарских занятий) (кол-во часов)
Модуль 1. Введение в беспилотные летательные аппараты (4ч.)		
1.1 Введение в беспилотные летательные аппараты (4 часа)	1.1.1. Основные понятия и определения (1 час) 1.1.2. Классификация БПЛА (1 час) 1.1.3. Области применения БПЛА (1 час) 1.1.4. Преимущества и ограничения использования БПЛА (1 час)	Отсутствуют в данном модуле
Промежуточная аттестация	Тестирование 1 часа	

3. Условия реализации программы модуля

Организационно-педагогические условия реализации программы

Обучение по модулю реализовано в формате очно-заочного обучения, с применением исключительно электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, с применением активных технологий совместного обучения в электронной среде (синхронные и асинхронные занятия). Лекционный материал представляется в виде комплекса мини-видеолекций, записей занятий, текстовых материалов, презентаций, размещаемых в электронном курсе на платформе «е-Сибирь» (<https://online.sfu-kras.ru/course/view.php?id=495>). Изучение теоретического материала предполагается до синхронной части работы.

Материально-технические условия реализации программы

Синхронные занятия (вебинары со спикерами) реализуются на базе инструментов видеоконференцсвязи и включают в себя лекционные занятия, сочетающие в себе ответы на вопросы, связанные с материалом лекции, в формате дискуссий, а также групповую и индивидуальную работу.

Учебно-методическое и информационное обеспечение программы модуля

Программа включает занятия лекционного типа, интерактивные формы обучения.

По данному курсу имеется электронный УМК — электронный курс на платформе «е-Сибирь» (<https://online.sfu-kras.ru/course/view.php?id=495>). Обучающиеся могут дополнить представленные материалы, подключая к учебной работе иные источники информации, освещающие обсуждаемые проблемы.

Содержание комплекта учебно-методических материалов

По данному модулю программы имеется электронный учебно-методический комплекс на платформе «е-Сибирь» (<https://online.sfu-kras.ru/course/view.php?id=495>) который содержит: систему навигации по программе (учебно-тематический план, интерактивный график работы по программе, сведения о результатах обучения, о преподавателях программы, чат для объявлений и вопросов преподавателям), набор видео

лекций, презентации к лекциям, набор ссылок на внешние образовательные ресурсы и инструменты, систему заданий с подробными инструкциями, списки основной и дополнительной литературы. В электронном курсе реализована система обратной связи, а также онлайн-площадки для взаимного обучения.

Литература

1. Федеральный закон от 19 марта 1997 г. № 60-ФЗ «Воздушный кодекс Российской Федерации»;
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 11 марта 2010 г. № 138 «Об утверждении Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации»;
3. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 27 июня 2011 № 171 «Об утверждении инструкции по разработке, установлению, введению и снятию временного и местного режимов, а также кратковременных ограничений»;
4. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 16 января 2012 г. № 6 «Об утверждении Федеральных правил
5. «Организация планирования использования воздушного пространства Российской Федерации»;
6. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 24 января 2013 года № 13 «Об утверждении Табеля сообщений о движении воздушных судов в Российской Федерации»;
7. Приказ Минэкономразвития России от 06.11.2019 № 728 «Об утверждении формы сведений о выявленных расположенных в границах выполнения комплексных кадастровых работ земельных участках, сведения о которых отсутствуют в Едином государственном реестре недвижимости и в отношении которых у использующих их лиц отсутствуют документы, устанавливающие или подтверждающие право пользования земельным участком, в том числе на условиях сервитута, либо иные документы, допускающие в соответствии с земельным законодательством использование земельных участков без предоставления или установления сервитута, а также зданиях, сооружениях, объектах незавершенного строительства, сведения о которых отсутствуют в Едином государственном реестре недвижимости и в отношении которых у использующих их лиц отсутствуют правоустанавливающие или правоудостоверяющие документы»
8. ГОСТ Р 56122-2014 Беспилотные авиационные системы. Общие требования. Федеральный перечень методик выполнения измерений допущенных к применению при выполнении работ в области мониторинга загрязнения окружающей среды. М.: Росгидромет. Госстандарт России. 1999.
9. Боровская Е.В. Основы искусственного интеллекта: учебное пособие / Е.В. Боровская, Н.А. Давыдова 5-е изд. Москва: Лаборатория знаний, 2022. 127 с.
10. Кузнецов С.П. Основы работы с беспилотными летательными аппаратами. Москва: Издательство «Академия», 2020. 256 с.
11. Организация обслуживания воздушного движения: учебник для

среднего профессионального образования / А.Д. Филин, А.Р. Бестугин, В.А. Санников; под научной редакцией Ю.Г. Шатракова. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. 515 с. (Профессиональное образование). ISBN 978-5-534-07607-3.

12. Погорелов, В.И. Беспилотные летательные аппараты: нагрузки и нагрев: учебное пособие для среднего профессионального образования / В.И. Погорелов. 2-е изд., испр. и доп. Москва: Издательство Юрайт, 2018. 191 с. (Профессиональное образование). — ISBN 978- 5-534-10061-7.

13. Практические аспекты применения современных беспилотных летательных аппаратов. Шайтура С.В., Шайтура Н.С., Байгутлина И.А., Замятин П.А. Бургас: Институт гуманитарных наук, экономики и информационных наук (Бургас), 2022. 260 с.

14. Иванов А.А., Петрова Е.С. Практическое пособие по аэрофотосъемке с использованием БВС. Екатеринбург: Издательство «Урало-Запад», 2019. 150 с.

15. Скуднева О.В., Коптев С.В., Иванцов С.В. Навигационно-пилотажная система беспилотного летательного аппарата для мониторинга лесных пожаров // Известия ВУЗов. Лесной журнал. 2020. №6 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/navigatsionno-pilotazhnaya-sistema-bespilotnogo-letatel'nogo-apparata-dlya-monitoringa-lesnyh-pozharov>.

16. Соловьев И.В. Методические рекомендации по обработке данных, получаемых с беспилотных воздушных судов. Санкт-Петербург: Издательство «Геодезия», 2021. 120 с.

17. Фомин В.В. Технологии обработки и анализа данных БВС: теория и практика. Новосибирск: Издательство «Сибирское образование», 2022. 300 с.

Электронные ресурсы

1. Система представления планов полета по сети Интернет <https://sppi.ivprf.ru/>

2. Федеральное агентство воздушного транспорта <https://favt.gov.ru/>

3. Российские беспилотники // Сайт-портал для консолидации представителей беспилотного сообщества на одном ресурсе, с целью более плотного взаимодействия внутри отрасли и формирования единого информационного поля. <https://russiandrone.ru/>

4. Планирование миссий полета и анализ данных ПО Mission Planner <https://ardupilot.org/planner/>

5. Руководство пользователя Agisoft Metashape <https://www.agisoft.com/ru/downloads/user-manuals/>

4. Оценка качества освоения программы модуля (формы аттестации, оценочные и методические материалы)

Формы аттестации по модулю: зачет за выполненные практические задания и тесты к лекциям при условии набора не менее 100 % из 100.

При тестировании в данном модуле содержится порядка 40 вопросов

Примеры тестов

На учет ставятся беспилотные воздушные суда массой

- А) до 150 граммов
- Б) до 250 граммов
- В) от 150 граммов до 30 кг
- Г) от 250 граммов до 30 кг

Что такое AMSL?

- А) приведенная высота
- Б) относительная высота
- В) абсолютная высота
- Г) нет верного ответа

Что такое AGL?

- А) истинная высота
- Б) относительная высота
- В) абсолютная высота
- Г) приведенная высота

Что означает аббревиатура UTC?

- А) всемирное координированное время
- Б) универсальная мера времени
- В) градусы северной широты
- Г) высота над поверхностью

При взлете БВС должно набирать безопасную высоту, равную

- А) высоте человеческого роста
- Б) 3 и более метров
- В) 1 метр и более

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

модуля 2

«Основы аэродинамики и принципы полета»

1. Аннотация

Данный модуль раскрывает основы аэродинамики и принципы полета. Формирует знания о практическом применении аэродинамики в проектировании и эксплуатации БВС. Знакомит с основными навигационными системами и спутниковой навигацией.

Цель модуля (результаты обучения)

В результате освоения модуля слушатели будут способны:

РО1. Осуществлять подготовку к полетам беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно беспилотное воздушное судно с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее:

- использовать специализированные цифровые платформы полетно-информационного обслуживания и сервисы цифрового журналирования операций;

- анализировать метеорологическую, орнитологическую и аэронавигационную обстановку;

- использовать специальное программное обеспечение для составления программы полета;

- составлять полетное задание и план полета;

- оценивать техническое состояние и готовность к использованию беспилотной авиационной системы.

РО2. Осуществлять управление (контроль) полетом беспилотного воздушного судна с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее:

- осуществлять запуск беспилотного воздушного судна;

- осуществлять дистанционное пилотирование и (или) контроль параметров полета одного беспилотного воздушного судна;

- распознавать и контролировать факторы угроз и ошибок при выполнении полетов;

- определять пространственное положение беспилотного воздушного судна с использованием элементов наземной станции управления;

- принимать меры по обеспечению безопасного выполнения полета беспилотным воздушным судном.

РО3. Осуществлять техническое обслуживание беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно беспилотное воздушное судно с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее:

- оценивать техническое состояние элементов беспилотных авиационных систем;

- осуществлять подготовку и настройку элементов беспилотных авиационных систем;

- выполнять техническое обслуживание элементов беспилотной авиационной системы в соответствии с эксплуатационной документацией;

– обслуживать аккумуляторные батареи элементов беспилотных авиационных систем, эксплуатировать наземные источники электропитания.

2. Содержание

№ Наименование темы	Содержание лекций (количество часов)	Наименование практических (семинарских занятий) (кол-во часов)
Модуль 2. Основы аэродинамики и принципы полета (8 ч.)		
2.1 Основы аэродинамики и принципы полета (4 часа)	2.1.1 Основы аэродинамики (1,0 час) 2.1.1.1. Введение в аэродинамику (0,25 часа) 2.1.1.2. Основные законы и принципы аэродинамики (0,25 часа) 2.1.1.3. Силы, действующие на летательный аппарат (0,25 часа) 2.1.1.4. Основные параметры и характеристики аэродинамического профиля (0,25 часа) 2.1.2 Принципы полета (1,0 час) 2.1.2.1. Уравнения полета (0,25 часа) 2.1.2.2. Типы полета (0,25 часа) 2.1.2.3. Управление полетом (0,25 часа) 2.1.2.4. Режимы полета и их особенности (0,25 часа) 2.1.3. Аэродинамика БПЛА (2,0 час) 2.1.3.1. Особенности аэродинамики малых летательных аппаратов (0,5 часа) 2.1.3.2. Аэродинамические профили крыльев и винтов (0,5 часа) 2.1.3.3. Аэродинамические эффекты на малых скоростях (1 час)	Отсутствуют в данном модуле
2.2 Принципы полета и стабилизация БПЛА (4 часа)	2.2.1 Практическое применение аэродинамики в проектировании и эксплуатации БПЛА (1 час) 2.2.1.1. Проектирование аэродинамически эффективных БПЛА (1 час) 2.2.1.2. Тестирование и моделирование аэродинамических характеристик (1 час) 2.2.1.3. Практические задачи по улучшению аэродинамики (1 час)	Отсутствуют в данном модуле

3. Условия реализации программы модуля

Организационно-педагогические условия реализации программы

Обучение по модулю реализовано в формате очно-заочного обучения, с применением исключительно электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, с применением активных технологий совместного обучения в электронной среде (синхронные и асинхронные занятия). Лекционный материал представляется в виде комплекса мини-видеолекций, записей занятий, текстовых материалов, презентаций, размещаемых в электронном курсе на платформе «е-Сибирь» (<https://online.sfu-kras.ru/course/view.php?id=495>). Изучение теоретического материала предполагается до синхронной части работы.

Материально-технические условия реализации программы

Синхронные занятия (вебинары со спикерами) реализуются на базе инструментов видеоконференцсвязи и включают в себя лекционные занятия, сочетающие в себе ответы на вопросы, связанные с материалом лекции, в формате дискуссий, а также групповую и индивидуальную работу.

Учебно-методическое и информационное обеспечение программы модуля

Программа включает занятия лекционного типа, интерактивные формы обучения.

По данному курсу имеется электронный УМК — электронный курс на платформе «е-Сибирь» (<https://online.sfu-kras.ru/course/view.php?id=495>). Обучающиеся могут дополнить представленные материалы, подключая к учебной работе иные источники информации, освещающие обсуждаемые проблемы.

Содержание комплекта учебно-методических материалов

По данному модулю программы имеется электронный учебно-методический комплекс на платформе «е-Сибирь» (<https://online.sfu-kras.ru/course/view.php?id=495>) который содержит: систему навигации по программе (учебно-тематический план, интерактивный график работы по программе, сведения о результатах обучения, о преподавателях программы, чат для объявлений и вопросов преподавателям), набор видео лекций, презентации к лекциям, набор ссылок на внешние образовательные ресурсы и инструменты, систему заданий с подробными инструкциями, списки основной и дополнительной литературы. В электронном курсе реализована система обратной связи, а также онлайн-площадки для взаимного обучения.

Литература

1. Федеральный закон от 19 марта 1997 г. № 60-ФЗ «Воздушный кодекс Российской Федерации»;
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 11 марта 2010 г. № 138 «Об утверждении Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации»;
3. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 27 июня 2011 № 171 «Об утверждении инструкции по разработке, установлению, введению и снятию временного и местного режимов, а также кратковременных ограничений»;
4. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 16 января 2012 г. № 6 «Об утверждении Федеральных правил
5. «Организация планирования использования воздушного пространства Российской Федерации»;
6. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 24 января 2013 года № 13 «Об утверждении Табеля сообщений о движении воздушных судов в Российской Федерации»;
7. Приказ Минэкономразвития России от 06.11.2019 № 728 «Об утверждении формы сведений о выявленных расположенных в границах

выполнения комплексных кадастровых работ земельных участках, сведения о которых отсутствуют в Едином государственном реестре недвижимости и в отношении которых у использующих их лиц отсутствуют документы, устанавливающие или подтверждающие право пользования земельным участком, в том числе на условиях сервитута, либо иные документы, допускающие в соответствии с земельным законодательством использование земельных участков без предоставления или установления сервитута, а также зданиях, сооружениях, объектах незавершенного строительства, сведения о которых отсутствуют в Едином государственном реестре недвижимости и в отношении которых у использующих их лиц отсутствуют правоустанавливающие или правоудостоверяющие документы»

8. ГОСТ Р 56122-2014 Беспилотные авиационные системы. Общие требования. Федеральный перечень методик выполнения измерений допущенных к применению при выполнении работ в области мониторинга загрязнения окружающей среды. М.: Росгидромет. Госстандарт России. 1999.

9. Боровская Е.В. Основы искусственного интеллекта: учебное пособие / Е.В. Боровская, Н.А. Давыдова 5-е изд. Москва: Лаборатория знаний, 2022. 127 с.

10. Кузнецов С.П. Основы работы с беспилотными летательными аппаратами. Москва: Издательство «Академия», 2020. 256 с.

11. Организация обслуживания воздушного движения: учебник для среднего профессионального образования / А.Д. Филин, А.Р. Бестугин, В.А. Санников; под научной редакцией Ю.Г. Шатракова. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. 515 с. (Профессиональное образование). ISBN 978-5-534-07607-3.

12. Погорелов, В.И. Беспилотные летательные аппараты: нагрузки и нагрев: учебное пособие для среднего профессионального образования / В.И. Погорелов. 2-е изд., испр. и доп. Москва: Издательство Юрайт, 2018. 191 с. (Профессиональное образование). — ISBN 978- 5-534-10061-7.

13. Практические аспекты применения современных беспилотных летательных аппаратов. Шайтура С.В., Шайтура Н.С., Байгутлина И.А., Замятин П.А. Бургас: Институт гуманитарных наук, экономики и информационных наук (Бургас), 2022. 260 с.

14. Иванов А.А., Петрова Е.С. Практическое пособие по аэрофотосъемке с использованием БВС. Екатеринбург: Издательство «Урал-Запад», 2019. 150 с.

15. Скуднева О.В., Коптев С.В., Иванцов С.В. Навигационно-пилотажная система беспилотного летательного аппарата для мониторинга лесных пожаров // Известия ВУЗов. Лесной журнал. 2020. №6 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/navigatsionno-pilotazhnaya-sistema-bespilotnogo-letatel'nogo-apparata-dlya-monitoringa-lesnyh-pozharov>.

16. Соловьев И.В. Методические рекомендации по обработке данных, получаемых с беспилотных воздушных судов. Санкт-Петербург: Издательство «Геодезия», 2021. 120 с.

17. Фомин В.В. Технологии обработки и анализа данных БВС: теория и практика. Новосибирск: Издательство «Сибирское образование», 2022. 300 с.

Электронные ресурсы

6. Система представления планов полета по сети Интернет <https://sppi.ivprf.ru/>

7. Федеральное агентство воздушного транспорта <https://favt.gov.ru/>

8. Российские беспилотники // Сайт-портал для консолидации представителей беспилотного сообщества на одном ресурсе, с целью более плотного взаимодействия внутри отрасли и формирования единого информационного поля. <https://russiandrone.ru/>

9. Планирование миссий полета и анализ данных ПО Mission Planner <https://ardupilot.org/planner/>

10. Руководство пользователя Agisoft Metashape <https://www.agisoft.com/ru/downloads/user-manuals/>

4. Оценка качества освоения программы модуля (формы аттестации, оценочные и методические материалы)

Формы аттестации по модулю: зачет за выполненные практические задания и тесты к лекциям при условии набора не менее 100 % из 100.

При тестировании в данном модуле содержится порядка 40 вопросов

Примеры тестов

Что такое AMSL?

- А) приведенная высота
- Б) относительная высота
- В) абсолютная высота
- Г) нет верного ответа

Что такое AGL?

- А) истинная высота
- Б) относительная высота
- В) абсолютная высота
- Г) приведенная высота

Что означает аббревиатура UTC?

- А) всемирное координированное время
- Б) универсальная мера времени
- В) градусы северной широты
- Г) высота над поверхностью

Как определить, что аккумуляторная батарея является неисправной?

- А) батарея увеличилась в размере (вздулась)
- Б) батарея быстро теряет напряжение на морозе
- В) батарея нагревается при интенсивном использовании
- Г) ничего из перечисленного

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

модуля 3

«Системы управления и навигации БПЛА»

1. Аннотация

Данный модуль знакомит с системами управления и систем навигации беспилотных авиационных систем, раскрывает основы навигационных систем и спутниковой навигации.

Цель модуля (результаты обучения)

В результате освоения модуля слушатели будут способны:

РО1. Осуществлять подготовку к полетам беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно беспилотное воздушное судно с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее:

- использовать специализированные цифровые платформы полетно-информационного обслуживания и сервисы цифрового журналирования операций;

- анализировать метеорологическую, орнитологическую и аэронавигационную обстановку;

- использовать специальное программное обеспечение для составления программы полета;

- составлять полетное задание и план полета;

- оценивать техническое состояние и готовность к использованию беспилотной авиационной системы.

РО2. Осуществлять управление (контроль) полетом беспилотного воздушного судна с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее:

- осуществлять запуск беспилотного воздушного судна;

- осуществлять дистанционное пилотирование и (или) контроль параметров полета одного беспилотного воздушного судна;

- распознавать и контролировать факторы угроз и ошибок при выполнении полетов;

- определять пространственное положение беспилотного воздушного судна с использованием элементов наземной станции управления;

- принимать меры по обеспечению безопасного выполнения полета беспилотным воздушным судном.

РО3. Осуществлять техническое обслуживание беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно беспилотное воздушное судно с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее:

- оценивать техническое состояние элементов беспилотных авиационных систем;

- осуществлять подготовку и настройку элементов беспилотных авиационных систем;

- выполнять техническое обслуживание элементов беспилотной авиационной системы в соответствии с эксплуатационной документацией;
- обслуживать аккумуляторные батареи элементов беспилотных авиационных систем, эксплуатировать наземные источники электропитания.

2. Содержание

3.1 Системы управления и навигации БПЛА (8 часов)	3.1. Основы систем управления БПЛА (3 часа) 3.1.1 Введение в системы управления БПЛА (0,4 часа) 3.1.2 Типы систем управления БПЛА (0,4 часа) 3.1.3 Компоненты систем управления (0,4 часа) 3.1.4 Принципы работы систем управления (0,4 часа) 3.1.5 Примеры современных систем управления БПЛА (1,4 часа) 3.2 Навигационные системы и спутниковая навигация (3 часа) 3.2.1 Основные понятия навигации (0,5 часа) 3.2.2 Типы навигационных систем (0,5 часа) 3.2.3 Компоненты навигационных систем (0,5 часа) 3.2.4 Принципы работы навигационных систем (0,5 часа) 3.2.5 Примеры использования навигационных систем в БПЛА (1 час)	Отсутствуют в данном модуле
3.2 Навигационные системы и спутниковая навигация (2 часа)	3.2.1 Навигационные системы в использовании беспилотных авиационных систем. (1 час) 3.2.2 Применение спутниковой навигации в системах управления БПЛА(1 час)	Отсутствуют в данном модуле

3. Условия реализации программы модуля

Организационно-педагогические условия реализации программы

Обучение по модулю реализовано в формате очно-заочного обучения, с применением исключительно электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, с применением активных технологий совместного обучения в электронной среде (синхронные и асинхронные занятия). Лекционный материал представляется в виде комплекса мини-видеолекций, записей занятий, текстовых материалов, презентаций, размещаемых в электронном курсе на платформе «e-Сибирь» (<https://online.sfu-kras.ru/course/view.php?id=495>). Изучение теоретического материала предполагается до синхронной части работы.

Материально-технические условия реализации программы

Синхронные занятия (вебинары со спикерами) реализуются на базе инструментов видеоконференцсвязи и включают в себя лекционные занятия, сочетающие в себе ответы на вопросы, связанные с материалом лекции, в формате дискуссий, а также групповую и индивидуальную работу.

Учебно-методическое и информационное обеспечение программы модуля

Программа включает занятия лекционного типа, интерактивные формы

обучения.

По данному курсу имеется электронный УМК — электронный курс на платформе «е-Сибирь» (<https://online.sfu-kras.ru/course/view.php?id=495>). Обучающиеся могут дополнить представленные материалы, подключая к учебной работе иные источники информации, освещающие обсуждаемые проблемы.

Содержание комплекта учебно-методических материалов

По данному модулю программы имеется электронный учебно-методический комплекс на платформе «е-Сибирь» (<https://online.sfu-kras.ru/course/view.php?id=495>) который содержит: систему навигации по программе (учебно-тематический план, интерактивный график работы по программе, сведения о результатах обучения, о преподавателях программы, чат для объявлений и вопросов преподавателям), набор видео лекций, презентации к лекциям, набор ссылок на внешние образовательные ресурсы и инструменты, систему заданий с подробными инструкциями, списки основной и дополнительной литературы. В электронном курсе реализована система обратной связи, а также онлайн-площадки для взаимного обучения.

Литература

Список литературных источников аналогичен представленному в разделе «Литература» **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА модуля 1 «Введение в беспилотные летательные аппараты».**

4. Оценка качества освоения программы модуля (формы аттестации, оценочные и методические материалы)

Формы аттестации по модулю: зачет за выполненные практические задания и тесты к лекциям при условии набора не менее 100 % из 100.

При тестировании в данном модуле содержится порядка 40 вопросов

Примеры тестов

1. Что такое квадрокоптер?

- A) Беспилотный аппарат с четырьмя винтами
- B) Аппарат с фиксированным крылом
- C) Самолет с пилотом
- D) Аэростат

2. Сколько двигателей у стандартного квадрокоптера?

- A) 2
- B) 3
- C) 4
- D) 6

3. Какой элемент является основой конструкции квадрокоптера?

- A) Корпус (рама)
- B) Камера
- C) Барометр

D) Пропеллер

4. Какой элемент отвечает за создание тяги в квадрокоптере?

- A) Рама
- B) Двигатели с пропеллерами
- C) Контроллер полета
- D) GPS

5. Какой элемент обеспечивает управление моторами квадрокоптера?

- A) Контроллер полета (Flight Controller)
- B) Камера
- C) Аккумулятор
- D) Рама

6. Для чего нужен регулятор скорости (ESC) в квадрокоптере?

- A) Для питания камеры
- B) Для управления скоростью двигателей
- C) Для стабилизации GPS
- D) Для удержания высоты

7. Какой элемент обеспечивает питание квадрокоптера?

- A) Камера
- B) Аккумулятор
- C) GPS
- D) Контроллер

8. Какое напряжение чаще всего используется для питания малых квадрокоптеров?

- A) 1.2 В
- B) 3.7 В
- C) 7.4 В
- D) 24 В

9. Какой элемент отвечает за удержание квадрокоптера в стабильном положении в воздухе?

- A) Контроллер полета
- B) ESC
- C) Аккумулятор
- D) Пропеллер

10. Какие датчики чаще всего входят в контроллер полета? (несколько правильных ответов)

- A) Гироскоп
- B) Акселерометр
- C) Барометр
- D) Камера

11. С чего начинается сборка квадрокоптера?

- A) С установки пропеллеров

- B) С монтажа рамы
- C) С крепления камеры
- D) С настройки GPS

12. В каком порядке обычно собирается квадрокоптер?

- A) Рама → двигатели → ESC → контроллер → аккумулятор
- B) Контроллер → ESC → рама → двигатели
- C) Пропеллеры → аккумулятор → контроллер
- D) GPS → камера → рама

13. Что необходимо сделать с компасом после сборки квадрокоптера?

- A) Снять
- B) Отключить
- C) Откалибровать
- D) Перепрошить

14. Как правильно устанавливать пропеллеры?

- A) Все в одном направлении
- B) С учетом направления вращения (CW и CCW)
- C) По цвету
- D) По длине

15. При подключении аккумулятора квадрокоптер начинает пищать.

Что это означает?

- A) Винты неправильно установлены
- B) Контроллер и ESC проходят тестирование
- C) Камера включилась
- D) GPS не работает

16. Вы собрали квадрокоптер, но он не взлетает. Ваши действия?

- A) Проверить установку винтов (направление)
- B) Сменить корпус
- C) Установить тяжелую батарею
- D) Поменять камеру

17. После сборки квадрокоптера один двигатель не крутится. Что проверить в первую очередь?

- A) Состояние винта
- B) Подключение ESC к двигателю
- C) Калибровку компаса
- D) Заряд батареи

18. Квадрокоптер при взлете наклоняется в одну сторону. В чем может быть причина?

- A) Неправильная установка пропеллеров
- B) Полный заряд батареи
- C) Наличие GPS
- D) Цвет корпуса

19. После сборки квадрокоптера GPS не определяет позицию. Ваши действия?

- А) Перепрошить ESC
- В) Проверить антенну и расположение модуля GPS
- С) Снять аккумулятор
- Д) Установить новые пропеллеры

20. Для чего нужна балансировка пропеллеров?

- А) Для уменьшения вибраций и повышения стабильности полета
- В) Для ускорения двигателя
- С) Для уменьшения веса
- Д) Для увеличения мощности

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

модуля 4

«Безопасность полетов и правовые аспекты»

1. Аннотация

Данный модуль знакомит с основами безопасности полетов беспилотных авиационных систем. Раскрывает основные направления безопасности полетов БПЛА. Формирует информационное поле знания о этике и ответственности оператора БПЛА. Изучает правовые аспекты использования БПЛА.

Цель модуля (результаты обучения)

В результате освоения модуля слушатели будут способны:

PO1. Осуществлять подготовку к полетам беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно беспилотное воздушное судно с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее:

- использовать специализированные цифровые платформы полетно-информационного обслуживания и сервисы цифрового журналирования операций;

- анализировать метеорологическую, орнитологическую и аэронавигационную обстановку;

- использовать специальное программное обеспечение для составления программы полета;

- составлять полетное задание и план полета;

- оценивать техническое состояние и готовность к использованию беспилотной авиационной системы.

PO2. Осуществлять управление (контроль) полетом беспилотного воздушного судна с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее:

- осуществлять запуск беспилотного воздушного судна;

- осуществлять дистанционное пилотирование и (или) контроль параметров полета одного беспилотного воздушного судна;

- распознавать и контролировать факторы угроз и ошибок при

выполнении полетов;

- определять пространственное положение беспилотного воздушного судна с использованием элементов наземной станции управления;
- принимать меры по обеспечению безопасного выполнения полета беспилотным воздушным судном.

РОЗ. Осуществлять техническое обслуживание беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно беспилотное воздушное судно с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее:

- оценивать техническое состояние элементов беспилотных авиационных систем;
- осуществлять подготовку и настройку элементов беспилотных авиационных систем;
- выполнять техническое обслуживание элементов беспилотной авиационной системы в соответствии с эксплуатационной документацией;
- обслуживать аккумуляторные батареи элементов беспилотных авиационных систем, эксплуатировать наземные источники электропитания.

2. Содержание

№ Наименование темы	Содержание лекций (количество часов)	Наименование практических (семинарских занятий) (кол-во часов)
Модуль 4. Применение БАС в различных сферах (14 ч.)		
4 Безопасность полетов и правовые аспекты (12 часов)	4.1 Этика и ответственность оператора БПЛА (3 час)	Отсутствуют в данном модуле
	4.2 Регистрация БПЛА и получение разрешения на полёт (3 час)	
	4.3 Основы безопасности полетов БПЛА (3 час)	
	4.4 Правовые аспекты использования БПЛА (3 час)	

3. Условия реализации программы модуля

Организационно-педагогические условия реализации программы

Обучение по модулю реализовано в формате очно-заочного обучения, с применением исключительно электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, с применением активных технологий совместного обучения в электронной среде (синхронные и асинхронные занятия). Лекционный материал представляется в виде комплекса мини-видеолекций, записей занятий, текстовых материалов, презентаций, размещаемых в электронном курсе на платформе «e-Сибирь» (<https://online.sfu-kras.ru/course/view.php?id=495>). Изучение теоретического материала предполагается до синхронной части работы.

Материально-технические условия реализации программы

Синхронные занятия (вебинары со спикерами) реализуются на базе инструментов видеоконференцсвязи и включают в себя лекционные занятия,

сочетающие в себе ответы на вопросы, связанные с материалом лекции, в формате дискуссий, а также групповую и индивидуальную работу.

Учебно-методическое и информационное обеспечение программы модуля

Программа включает занятия лекционного типа, интерактивные формы обучения.

По данному курсу имеется электронный УМК — электронный курс на платформе «е-Сибирь» (<https://online.sfu-kras.ru/course/view.php?id=495>). Обучающиеся могут дополнить представленные материалы, подключая к учебной работе иные источники информации, освещающие обсуждаемые проблемы.

Содержание комплекта учебно-методических материалов

По данному модулю программы имеется электронный учебно-методический комплекс на платформе «е-Сибирь» (<https://online.sfu-kras.ru/course/view.php?id=495>) который содержит: систему навигации по программе (учебно-тематический план, интерактивный график работы по программе, сведения о результатах обучения, о преподавателях программы, чат для объявлений и вопросов преподавателям), набор видео лекций, презентации к лекциям, набор ссылок на внешние образовательные ресурсы и инструменты, систему заданий с подробными инструкциями, списки основной и дополнительной литературы. В электронном курсе реализована система обратной связи, а также онлайн-площадки для взаимного обучения.

Литература

Список литературных источников аналогичен представленному в разделе «Литература» **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА модуля 1 «Введение в беспилотные летательные аппараты».**

4. Оценка качества освоения программы модуля (формы аттестации, оценочные и методические материалы)

Формы аттестации по модулю: зачет за выполненные практические задания и тесты к лекциям при условии набора не менее 100 % из 100.

При тестировании в данном модуле содержится порядка 40 вопросов

Примеры тестов

Примеры тестов

1. Какое напряжение чаще всего используется для питания малых квадрокоптеров?

- A) 1.2 В
- B) 3.7 В
- C) 7.4 В
- D) 24 В

2. Какой элемент отвечает за удержание квадрокоптера в стабильном

положении в воздухе?

- A) Контроллер полета
- B) ESC
- C) Аккумулятор
- D) Пропеллер

3. Какие датчики чаще всего входят в контроллер полета? (несколько правильных ответов)

- A) Гироскоп
- B) Акселерометр
- C) Барометр
- D) Камера

4. С чего начинается сборка квадрокоптера?

- A) С установки пропеллеров
- B) С монтажа рамы
- C) С крепления камеры
- D) С настройки GPS

5. В каком порядке обычно собирается квадрокоптер?

- A) Рама → двигатели → ESC → контроллер → аккумулятор
- B) Контроллер → ESC → рама → двигатели
- C) Пропеллеры → аккумулятор → контроллер
- D) GPS → камера → рама

6. Что необходимо сделать с компасом после сборки квадрокоптера?

- A) Снять
- B) Отключить
- C) Откалибровать
- D) Перепрошить

7. Как правильно устанавливать пропеллеры?

- A) Все в одном направлении
- B) С учетом направления вращения (CW и CCW)
- C) По цвету
- D) По длине

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

модуля 5

«Применение БПЛА в различных сферах»

1. Аннотация

Данный модуль знакомит с основами фото и видеосъемки с использованием беспилотных авиационных систем. Раскрывает основные направления промышленного применения БВС.

Цель модуля (результаты обучения)

В результате освоения модуля слушатели будут способны:

PO1. Осуществлять подготовку к полетам беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно беспилотное воздушное судно с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее:

- использовать специализированные цифровые платформы полетно-информационного обслуживания и сервисы цифрового журналирования операций;

- анализировать метеорологическую, орнитологическую и аэронавигационную обстановку;

- использовать специальное программное обеспечение для составления программы полета;

- составлять полетное задание и план полета;

- оценивать техническое состояние и готовность к использованию беспилотной авиационной системы.

PO2. Осуществлять управление (контроль) полетом беспилотного воздушного судна с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее:

- осуществлять запуск беспилотного воздушного судна;

- осуществлять дистанционное пилотирование и (или) контроль параметров полета одного беспилотного воздушного судна;

- распознавать и контролировать факторы угроз и ошибок при выполнении полетов;

- определять пространственное положение беспилотного воздушного судна с использованием элементов наземной станции управления;

- принимать меры по обеспечению безопасного выполнения полета беспилотным воздушным судном.

PO3. Осуществлять техническое обслуживание беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно беспилотное воздушное судно с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее:

- оценивать техническое состояние элементов беспилотных авиационных систем;

- осуществлять подготовку и настройку элементов беспилотных авиационных систем;

- выполнять техническое обслуживание элементов беспилотной авиационной системы в соответствии с эксплуатационной документацией;

- обслуживать аккумуляторные батареи элементов беспилотных авиационных систем, эксплуатировать наземные источники электропитания.

2. Содержание

№ Наименование темы	Содержание лекций (количество часов)	Наименование практических (семинарских занятий) (кол-во часов)
Модуль 5. Применение БАС в различных сферах (8 ч.)		

№ Наименование темы	Содержание лекций (количество часов)	Наименование практических (семинарских занятий) (кол-во часов)
2.1 Применение БПЛА в различных сферах (6 часов)	2.1.1 Фото и видеосъемка с использованием БПЛА (2 часа)	Отсутствуют в данном модуле
	2.1.2 Промышленные применения БПЛА (1 час)	
	2.1.3 Целевые нагрузки БВС (1 час)	
	2.1.4 Настройка и калибровка навесного оборудования (2 часа)	

3. Условия реализации программы модуля

Организационно-педагогические условия реализации программы

Обучение по модулю реализовано в формате очно-заочного обучения, с применением исключительно электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, с применением активных технологий совместного обучения в электронной среде (синхронные и асинхронные занятия). Лекционный материал представляется в виде комплекса мини-видеолекций, записей занятий, текстовых материалов, презентаций, размещаемых в электронном курсе на платформе «е-Сибирь» (<https://online.sfu-kras.ru/course/view.php?id=495>). Изучение теоретического материала предполагается до синхронной части работы.

Материально-технические условия реализации программы

Синхронные занятия (вебинары со спикерами) реализуются на базе инструментов видеоконференцсвязи и включают в себя лекционные занятия, сочетающие в себе ответы на вопросы, связанные с материалом лекции, в формате дискуссий, а также групповую и индивидуальную работу.

Учебно-методическое и информационное обеспечение программы модуля

Программа включает занятия лекционного типа, интерактивные формы обучения.

По данному курсу имеется электронный УМК — электронный курс на платформе «е-Сибирь» (<https://online.sfu-kras.ru/course/view.php?id=495>). Обучающиеся могут дополнить представленные материалы, подключая к учебной работе иные источники информации, освещающие обсуждаемые проблемы.

Содержание комплекта учебно-методических материалов

По данному модулю программы имеется электронный учебно-методический комплекс на платформе «е-Сибирь» (<https://online.sfu-kras.ru/course/view.php?id=495>) который содержит: систему навигации по программе (учебно-тематический план, интерактивный график работы по программе, сведения о результатах обучения, о преподавателях программы, чат для объявлений и вопросов преподавателям), набор видео лекций, презентации к лекциям, набор ссылок на внешние образовательные ресурсы и инструменты, систему заданий с подробными инструкциями, списки основной и дополнительной литературы. В электронном курсе реализована система обратной связи, а также онлайн-площадки для

взаимного обучения.

Литература

Список литературных источников аналогичен представленному в разделе «Литература» **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА модуля 1 «Введение в беспилотные летательные аппараты.**

4. Оценка качества освоения программы модуля (формы аттестации, оценочные и методические материалы)

Формы аттестации по модулю: зачет за выполненные практические задания и тесты к лекциям при условии набора не менее 100 % из 100.

При тестировании в данном модуле содержится порядка 40 вопросов

Примеры тестов

1. Что такое квадрокоптер?

- A) Беспилотный аппарат с четырьмя винтами
- B) Аппарат с фиксированным крылом
- C) Самолет с пилотом
- D) Аэростат

2. Сколько двигателей у стандартного квадрокоптера?

- A) 2
- B) 3
- C) 4
- D) 6

3. Какой элемент является основой конструкции квадрокоптера?

- A) Корпус (рама)
- B) Камера
- C) Барометр
- D) Пропеллер

4. Какой элемент отвечает за создание тяги в квадрокоптере?

- A) Рама
- B) Двигатели с пропеллерами
- C) Контроллер полета
- D) GPS

5. Какой элемент обеспечивает управление моторами квадрокоптера?

- A) Контроллер полета (Flight Controller)
- B) Камера
- C) Аккумулятор
- D) Рама

6. Для чего нужен регулятор скорости (ESC) в квадрокоптере?

- A) Для питания камеры
- B) Для управления скоростью двигателей
- C) Для стабилизации GPS

D) Для удержания высоты

7. Какой элемент обеспечивает питание квадрокоптера?

- A) Камера
- B) Аккумулятор
- C) GPS
- D) Контроллер

8. Какое напряжение чаще всего используется для питания малых квадрокоптеров?

- A) 1.2 В
- B) 3.7 В
- C) 7.4 В
- D) 24 В

9. Какой элемент отвечает за удержание квадрокоптера в стабильном положении в воздухе?

- A) Контроллер полета
- B) ESC
- C) Аккумулятор
- D) Пропеллер

10. Какие датчики чаще всего входят в контроллер полета? (несколько правильных ответов)

- A) Гироскоп
- B) Акселерометр
- C) Барометр
- D) Камера

11. С чего начинается сборка квадрокоптера?

- A) С установки пропеллеров
- B) С монтажа рамы
- C) С крепления камеры
- D) С настройки GPS

12. В каком порядке обычно собирается квадрокоптер?

- A) Рама → двигатели → ESC → контроллер → аккумулятор
- B) Контроллер → ESC → рама → двигатели
- C) Пропеллеры → аккумулятор → контроллер
- D) GPS → камера → рама

13. Что необходимо сделать с компасом после сборки квадрокоптера?

- A) Снять
- B) Отключить
- C) Откалибровать
- D) Перепрошить

14. Как правильно устанавливать пропеллеры?

- A) Все в одном направлении

- B) С учетом направления вращения (CW и CCW)
- C) По цвету
- D) По длине

15. При подключении аккумулятора квадрокоптер начинает пищать. Что это означает?

- A) Винты неправильно установлены
- B) Контроллер и ESC проходят тестирование
- C) Камера включилась
- D) GPS не работает

16. Вы собрали квадрокоптер, но он не взлетает. Ваши действия?

- A) Проверить установку винтов (направление)
- B) Сменить корпус
- C) Установить тяжелую батарею
- D) Поменять камеру

17. После сборки квадрокоптера один двигатель не крутится. Что проверить в первую очередь?

- A) Состояние винта
- B) Подключение ESC к двигателю
- C) Калибровку компаса
- D) Заряд батареи

18. Квадрокоптер при взлете наклоняется в одну сторону. В чем может быть причина?

- A) Неправильная установка пропеллеров
- B) Полный заряд батареи
- C) Наличие GPS
- D) Цвет корпуса

19. После сборки квадрокоптера GPS не определяет позицию. Ваши действия?

- A) Перепрошить ESC
- B) Проверить антенну и расположение модуля GPS
- C) Снять аккумулятор
- D) Установить новые пропеллеры

20. Для чего нужна балансировка пропеллеров?

- A) Для уменьшения вибраций и повышения стабильности полета
- B) Для ускорения двигателя
- C) Для уменьшения веса
- D) Для увеличения мощности

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

модуля 5

«Применение БПЛА в различных сферах»

1. Аннотация

Результатом реализации и освоения данного модуля являются сформированные у слушателей комплексные компетенции для самостоятельного выполнения полного цикла работ с БВС: от планирования и проведения полётов до обработки полученных данных и извлечения прикладных результатов. Раскрывает основы целевых нагрузок БВС и даёт понятия о сборке квадрокоптера, настройке и калибровке навесного оборудования.

Цель модуля (результаты обучения)

В результате освоения модуля слушатели будут способны:

РО1. Осуществлять подготовку к полетам беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно беспилотное воздушное судно с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее:

- использовать специализированные цифровые платформы полетно-информационного обслуживания и сервисы цифрового журналирования операций;

- анализировать метеорологическую, орнитологическую и аэронавигационную обстановку;

- использовать специальное программное обеспечение для составления программы полета;

- составлять полетное задание и план полета;

- оценивать техническое состояние и готовность к использованию беспилотной авиационной системы.

РО2. Осуществлять управление (контроль) полетом беспилотного воздушного судна с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее:

- осуществлять запуск беспилотного воздушного судна;

- осуществлять дистанционное пилотирование и (или) контроль параметров полета одного беспилотного воздушного судна;

- распознавать и контролировать факторы угроз и ошибок при выполнении полетов;

- определять пространственное положение беспилотного воздушного судна с использованием элементов наземной станции управления;

- принимать меры по обеспечению безопасного выполнения полета беспилотным воздушным судном.

РО3. Осуществлять техническое обслуживание беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно беспилотное воздушное судно с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее:

- оценивать техническое состояние элементов беспилотных авиационных систем;

- осуществлять подготовку и настройку элементов беспилотных авиационных систем;
- выполнять техническое обслуживание элементов беспилотной авиационной системы в соответствии с эксплуатационной документацией;
- обслуживать аккумуляторные батареи элементов беспилотных авиационных систем, эксплуатировать наземные источники электропитания.

2. Содержание

№ Наименование темы	Содержание лекций (количество часов)	Наименование практических (семинарских занятий) (кол-во часов)
Модуль 7. Изучение основ сборки квадрокоптера 12ч		
7 Изучение основ сборки квадрокоптера (12 часов)	7.1 Механическая сборка дрона (3 час)	1 Введение в сборку квадрокоптера (1 час)
	7.2 Электротехническая сборка (3 час)	2 Компоненты квадрокоптера (2 часа) 3 Процесс сборки квадрокоптера (2 часа)
	7.3 Настройка кинематики управления (6 час)	4 Настройка и калибровка (3 часа)

2. Содержание

№ Наименование темы	Содержание лекций (количество часов)	Содержание практических (семинарских занятий) (кол-во часов)	Самостоятельная работа
Модуль 7. Изучение основ сборки квадрокоптера 12ч (12 часов)			
7.1 Механическая сборка дрона (3 час)	Отсутствуют в данном модуле	Совместно с преподавателем обучающиеся занимаются настройкой беспилотных воздушных судов, изучают его аспекты работы, настраивают и устанавливают целевые нагрузки. (3 час)	Отсутствуют в данном модуле
7.2 Электротехническая сборка (3 час)		Обучающиеся согласно чек-листу занимаются предполетной подготовкой БВС и его послеполетным обслуживанием, ведется эксплуатационная документация, оговариваются аспекты	

№ Наименование темы	Содержание лекций (количество часов)	Содержание практических (семинарских занятий) (кол-во часов)	Самостоятельная работа
		согласования полетов с органами ЕС ОрВД и аэродромами, посадочными площадками. (3 час)	
7.3 Настройка кинематики управления (6 час)		Обучающиеся управляют различными типами БВС в таких симуляторах как LiftOff и DJI Flight Simulator. Выполняются упражнения, повышающие навыки пилотирования БВС в ручном режиме. (3 час)	
		Выполнение практического задания: Практическая работа производится в учебном помещении и представляет собой набор из трех заданий, направленных на проверку сформированности соответствующих знаний, умений и навыков. (3 час)	

3. Условия реализации программы модуля

Организационно-педагогические условия реализации программы

Обучение по модулю реализовано в очном (синхронном) формате, с применением элементов электронного обучения. Изучение теоретического материала предполагается до синхронной части работы.

Материально-технические условия реализации программы

Синхронные занятия реализуются на базе Политехнического института в аудитории, оборудованной проектором и компьютерами, а также на открытом пространстве. Со слушателями ведётся групповая и индивидуальная работа.

Учебно-методическое и информационное обеспечение программы модуля

Программа настоящего модуля включает занятия как семинарского типа, так и самостоятельную работу слушателей.

Содержание комплекта учебно-методических материалов

По данному модулю программы имеются авторские разработки, презентации и задания для практической реализации в программной среде.

Также имеется комплект различных дата-сетов и 3D моделей.

Авторы имеют в наличии наборы ссылок на внешние образовательные ресурсы и инструменты, систему заданий с подробными инструкциями.

Литература

1. Соловьев И.В. Методические рекомендации по обработке данных, получаемых с беспилотных воздушных судов. Санкт-Петербург: Издательство «Геодезия», 2021. 120 с.

2. Фомин В.В. Технологии обработки и анализа данных БВС: теория и практика. Новосибирск: Издательство «Сибирское образование», 2022. 300 с.

Электронные ресурсы

1. Система представления планов полета по сети Интернет <https://sppi.ivprf.ru/>

2. Федеральное агентство воздушного транспорта <https://favt.gov.ru/>

3. Российские беспилотники // Сайт-портал для консолидации представителей беспилотного сообщества на одном ресурсе, с целью более плотного взаимодействия внутри отрасли и формирования единого информационного поля. <https://russiandrone.ru/>

4. Планирование миссий полета и анализ данных ПО Mission Planner <https://ardupilot.org/planner/>

5. Руководство пользователя Agisoft Metashape <https://www.agisoft.com/ru/downloads/user-manuals/>

Оценка качества освоения программы модуля (формы аттестации, оценочные и методические материалы)

Формы аттестации по модулю: зачет.

Промежуточная аттестация по итогам блока практической подготовки

Выполнение практического задания:

Практическая работа производится в учебном помещении и представляет собой набор из трех заданий, направленных на проверку сформированности соответствующих знаний, умений и навыков.

Диагностические инструменты

В качестве заданий выступают:

1. Подготовка БВС к полету и послеполетное обслуживание;
2. Диагностика состояния БВС и выполнение мелкого ремонта;
3. Настройка систем управления БВС.

Показатели и критерии оценивания

На выполнение комплекса заданий дается 2 попытки.

На 1 попытку выделяется не более 1 академического часа, при превышении регламентированного времени выполнения комплекса заданий попытка аннулируется без возможности восстановления. При выполнении

практического задания отслеживаются следующие критерии:

Задание считается успешно выполненным, если:

1. обучающийся следовал регламенту предполетной подготовки и послеполетного обслуживания без существенных отступлений;
2. обучающийся верно определил состояние систем БВС и выполнил мелкий ремонт;
3. обучающийся верно следовал алгоритму настройки систем управления БВС;
4. во время выполнения заданий соблюдены все требования техники безопасности и правила выполнения полёта.

Шкала оценивания

Оценивается выполнение каждого задания комплекса (зачтено/не зачтено).

При верном выполнении 2 и более заданий (2 и более заданий зачтены) обучающемуся ставится общая оценка "зачтено". Оценки озвучиваются только после выполнения участником комплекса заданий.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

модуля 8

«Практические навыки управления БПЛА»

1. Аннотация

При изучении данного модуля совместно с преподавателем заполняются документы, необходимые для осуществления полета (разрешения, заявления, представления, планы). Слушатели получают практические знания в оценивании аэронавигационной, метеорологической обстановки местности.

Слушатели учатся производить отбор качественных и некачественных данных, сформированных в процессе аэрофотосъемки и мониторинга. Производить манипуляции с данными для их классификации.

Обучающиеся самостоятельно составляют перечень документов и согласований, необходимый для полетов в оговоренной местности. Изучают раздел FAQ на электронном ресурсе srpi.ivprf.ru, заполняют заявления на постановку на учет БВС.

Слушатели учатся получать и подготавливать набор ортофотопланов, выполненных с помощью БАС. Проверять качество ортофотопланов (отсутствие искажений, правильная геопривязка). При необходимости выполнять коррекцию и геометрическую калибровку. Строить тематические карты/слои с выявленными объектами.

Цель модуля (результаты обучения)

В результате освоения модуля слушатели будут способны:

РО1. Осуществлять подготовку к полетам беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно беспилотное воздушное судно с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее:

- использовать специализированные цифровые платформы полетно-информационного обслуживания и сервисы цифрового журналирования операций;

- анализировать метеорологическую, орнитологическую и аэронавигационную обстановку;

- использовать специальное программное обеспечение для составления программы полета;

- составлять полетное задание и план полета;

- оценивать техническое состояние и готовность к использованию беспилотной авиационной системы.

РО2. Осуществлять управление (контроль) полетом беспилотного воздушного судна с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее:

- осуществлять запуск беспилотного воздушного судна;

- осуществлять дистанционное пилотирование и (или) контроль параметров полета одного беспилотного воздушного судна;

- распознавать и контролировать факторы угроз и ошибок при выполнении полетов;
- определять пространственное положение беспилотного воздушного судна с использованием элементов наземной станции управления;
- принимать меры по обеспечению безопасного выполнения полета беспилотным воздушным судном.

РОЗ. Осуществлять техническое обслуживание беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно беспилотное воздушное судно с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее:

- оценивать техническое состояние элементов беспилотных авиационных систем;
- осуществлять подготовку и настройку элементов беспилотных авиационных систем;
- выполнять техническое обслуживание элементов беспилотной авиационной системы в соответствии с эксплуатационной документацией;
- обслуживать аккумуляторные батареи элементов беспилотных авиационных систем, эксплуатировать наземные источники электропитания.

2. Содержание

№ Наименование темы	Содержание лекций (количество часов)	Содержание практических (семинарских занятий) (кол-во часов)	Самостоятельная работа
Модуль 8. Практические навыки управления БПЛА (88 ч.)			
8.1 Основы управления в симуляторе (40 часа)	Отсутствуют в данном модуле	Выполняются упражнения для улучшения навыков пилотирования БВС в симуляторе (40 часа).	Отсутствуют в данном модуле
8.2 Подготовка к полету и предполетный осмотр (2 часа)		Совместно с преподавателем производятся отбор качественных и некачественных данных, сформированных в процессе аэрофотосъемки и мониторинга. Производятся манипуляции с данными для их классификации. С использованием технического зрения и/или искусственного	

№ Наименование темы	Содержание лекций (количество часов)	Содержание практических (семинарских занятий) (кол-во часов)	Самостоятельная работа
		интеллекта обнаруживаются и классифицируются различные объекты. Демонстрируется программное обеспечение и принципы работы в нем. (4 часа)	
8.3 Основы управления БПЛА с использованием пульта управления (4 часа)		Обучающиеся управляют БВС в куб-сетке. Изучаются основные органы управления БВС, его поведение в реальности, реакция на внешние раздражители (препятствия, отсутствие сигнала и т.д.). Выполняются упражнения для улучшения навыков пилотирования БВС. (10 часов)	
8.4 Практические занятия на реальных моделях БПЛА (42 часов)		<p>Обучающиеся совместно с преподавателем согласуют использование воздушного пространства и осуществляют полет БВС в ручном и автоматическом режимах на открытом пространстве. Обеспечивается безопасность полетов. Выполняется формирование датасета для создания ортофотопланов различного качества, трехмерных моделей и цифровых моделей. Выполняются упражнения для улучшения навыков ручного управления. Проводятся процедуры по предполетной подготовке и послеполетному обслуживанию БВС. (10 часов)</p> <p>Получить и подготовить набор ортофотопланов, выполненных с помощью БАС. Проверить качество ортофотопланов (отсутствие искажений, правильная геопривязка). При необходимости выполнить коррекцию и геометрическую калибровку. Обучить модель на размеченной выборке. Применить модель к ортофотопланам для автоматического распознавания и учета объектов. Построить тематические карты/слои с выявленными объектами. (10 часов)</p>	Отсутствуют в данном модуле

№ Наименование темы	Содержание лекций (количество часов)	Содержание практических (семинарских занятий) (кол-во часов)	Самостоятельная работа
		Решение кейса (2 часов)	

3. Условия реализации программы модуля

Организационно-педагогические условия реализации программы

Обучение по модулю реализовано в очном (синхронном) формате, с применением элементов электронного обучения, Изучение теоретического материала предполагается до синхронной части работы.

Материально-технические условия реализации программы

Синхронные занятия реализуются на базе Политехнического института в аудитории, оборудованной проектором и компьютерами. Ведётся групповая и индивидуальная работа со слушателями.

Учебно-методическое и информационное обеспечение программы модуля

Программа настоящего модуля включает занятия как семинарского типа, так и самостоятельную работу слушателей.

Содержание комплекта учебно-методических материалов

По данному модулю программы имеются авторские разработки, презентации и задания для практической реализации в программной среде. Также имеется комплект различных дата-сетов и 3D моделей.

Авторы имеют в наличии наборы ссылок на внешние образовательные ресурсы и инструменты, систему заданий с подробными инструкциями.

Литература

1. Соловьев И.В. Методические рекомендации по обработке данных, получаемых с беспилотных воздушных судов. Санкт-Петербург: Издательство «Геодезия», 2021. 120 с.

2. Фомин В.В. Технологии обработки и анализа данных БВС: теория и практика. Новосибирск: Издательство «Сибирское образование», 2022. 300 с.

Электронные ресурсы

1. Система представления планов полета по сети Интернет <https://sppi.ivprf.ru/>

2. Федеральное агентство воздушного транспорта <https://favt.gov.ru/>

3. Российские беспилотники // Сайт-портал для консолидации представителей беспилотного сообщества на одном ресурсе, с целью более плотного взаимодействия внутри отрасли и формирования единого информационного поля. <https://russiandrone.ru/>

4. Планирование миссий полета и анализ данных ПО Mission Planner <https://ardupilot.org/planner/>

5. Руководство пользователя Agisoft Metashape <https://www.agisoft.com/ru/downloads/user-manuals/>

4. Оценка качества освоения программы модуля (формы аттестации, оценочные и методические материалы)

Формы аттестации по модуль: устное собеседование в рамках решения кейса по одному из предложенных систематизированных перечней:

1. Картография и землеустройство

- Создание ортофотопланов для кадастровых работ и межевания.
- Обновление топографических карт малых населённых пунктов, лесных массивов, водоёмов.
- Построение цифровых моделей рельефа (ЦМР) для инженерных изысканий.
- Мониторинг изменений земель (застройка, эрозия, затопления).

2. Строительство и инфраструктура

- Контроль хода строительства: сравнение фактических работ с проектной 3D-моделью.
- Инвентаризация объектов на стройплощадке (техника, материалы, временные сооружения).
- Обследование мостов, эстакад, ЛЭП на наличие дефектов (трещины, коррозия).
- Планирование реконструкции: съёмка существующих зданий для BIM-моделирования.

3. Сельское хозяйство

- Агромониторинг посевов: выявление участков с угнетённой растительностью (NDVI-анализ).
- Картографирование полей для точного внесения удобрений и пестицидов.
- Оценка ущерба от засухи, вредителей, стихийных бедствий.
- Контроль орошения: обнаружение зон переувлажнения/засухи.

4. Экология и природопользование

- Мониторинг лесов: выявление вырубок, пожаров, очагов вредителей.
- Обследование водоёмов: загрязнение, зарастание, изменение береговой линии.
- Учет животных (например, гнездовья птиц, стада копытных) по снимкам высокого разрешения.
- Контроль свалок и незаконных отвалов.

5. Чрезвычайные ситуации и безопасность

- Разведка зон ЧС (пожары, наводнения, оползни) в реальном времени.
- Поиск пропавших людей по тепловым и оптическим снимкам.
- Оценка ущерба после стихийных бедствий (разрушения зданий, завалы).
- Патрулирование границ и охраняемых территорий (выявление нарушителей).

6. Городское хозяйство и ЖКХ

- Инвентаризация дворового оборудования (детские площадки, скамейки, урны).
- Контроль уборки территорий (снега, мусора).

- Обследование крыш на протечки и повреждения.
- Мониторинг парковок и несанкционированных стоянок.
- 7. Транспорт и логистика
 - Инспекция дорог: трещины, выбоины, разметка.
 - Контроль строительства дорог и мостов.
 - Оптимизация маршрутов (съёмка загруженности дорог).
 - Обследование железнодорожных путей на деформации.
- 8. Промышленность и энергетика
 - Инспекция ветряных и солнечных электростанций (повреждения лопастей, панелей).
 - Обследование дымовых труб и градирень на трещины и коррозию.
 - Мониторинг карьеров и отвалов (объёмы добычи, безопасность откосов).
 - Контроль нефте- и газопроводов на утечки и нарушения охранных зон.
- 9. Культурное наследие и археология
 - Фиксация археологических памятников (курганы, руины).
 - Мониторинг состояния памятников архитектуры (трещины, деформации).
 - Поиск скрытых объектов по аномалиям рельефа (лидар, мультиспектральная съёмка).
- 10. Образование и наука
 - Учебные проекты по геоинформатике и дистанционному зондированию.
 - Исследования экосистем (динамика растительности, миграции животных).
 - Моделирование урбанистических процессов (рост городов, транспортная нагрузка).
- 11. Коммерческие и маркетинговые задачи
 - Аэрофотосъёмка для недвижимости (презентация объектов, панорамы).
 - Создание 3D-туров туристических локаций.
 - Реклама мероприятий (фестивали, спортивные соревнования).
- 12. Правоохранительная деятельность
 - Фиксирование мест происшествий (ДТП, преступления).
 - Мониторинг массовых мероприятий на соблюдение правопорядка.
 - Выявление незаконных построек и самозахватов земель.

При решении кейсов слушателю рекомендовано применять на выбор ключевые технологии:

- аэрофотосъёмка с RGB-, мультиспектральными и тепловизионными камерами;
- фотограмметрия (Agisoft Metashape, Pix4D, DroneDeploy);
- ГИС-анализ (QGIS, ArcGIS);

- машинное обучение для распознавания объектов (например, YOLO, Mask R-CNN);
- лидар и RTK-съёмка для сантиметровой точности.

Кейс считается решенным если в ходе реализации слушатель придерживался и учел минимум 60% структурированного перечня ключевых критериев оценки правильности выполнения кейса:

1. Планирование и организация полёта

Соответствие нормативным требованиям:

- наличие разрешений на полёт (в т. ч. через «Небосвод» или аналогичные платформы);
- соблюдение зон ограничений (аэропорты, заповедники, жилые зоны);
- учёт метеоусловий (скорость ветра, облачность, видимость).

Корректность полётного задания:

- оптимальный маршрут с учётом перекрытия снимков и рельефа;
- заданная высота полёта, обеспечивающая требуемое разрешение снимков;
- расчёт времени полёта с запасом на непредвиденные ситуации.

Предполётная подготовка:

- проверка БВС, аккумуляторов, камер, GNSS/RTK-оборудования;
- калибровка датчиков (гироскоп, акселерометр, магнитометр);
- тестирование связи и телеметрии.

2. Выполнение аэрофотосъёмки

Качество снимков:

- отсутствие смаза (чёткость, правильная выдержка);
- корректная экспозиция (нет пересвета/недосвета);
- достаточная детализация для последующей обработки.

Соблюдение параметров съёмки:

- продольное и поперечное перекрытие снимков (обычно 70–80 %);
- равномерность высоты полёта (отклонения не более ± 2 м);
- точность геопозиционирования (погрешность GNSS/RTK в пределах 5–10 см).

Безопасность полёта:

- контроль дистанции до препятствий;
- аварийные сценарии (возврат на точку старта, посадка при потере связи).

3. Обработка данных аэрофотосъёмки

Качество ортофотоплана:

- отсутствие геометрических искажений;
- точное совмещение снимков (визуальный и метрический контроль);
- корректная цветокоррекция (равномерность тона, баланс белого).

Точность 3D-модели:

- плотность облака точек (достаточная для задач кейса);

- соответствие реальным размерам объектов (проверка по контрольным точкам);
- отсутствие артефактов (дыры, «шумы»).

Валидация данных:

- сравнение с наземными измерениями (если доступны);
- анализ ошибок по опорным точкам ($RMSE \leq 2$ пикселя);
- отчёт о точности (включение в итоговую документацию).

4. Распознавание объектов

Полнота выявления объектов:

- процент обнаруженных целевых объектов (например, борщевик, трещины на дороге);
- минимизация ложных срабатываний ($precision \geq 85\%$).

Точность локализации:

- совпадение контуров объектов с реальными границами (проверка на тестовых участках);
- использование масок или полигонов для сложных форм.

Автоматизация:

- время обработки данных (сравнение с ручным методом);
- воспроизводимость результатов при повторной обработке.

5. Итоговые результаты и отчётность

Соответствие ТЗ кейса:

- решение поставленных задач (например, карта очагов борщевика, отчёт о дефектах ЛЭП);
- предоставление данных в требуемых форматах (GeoTIFF, KML, DXF, LAS).

Наглядность визуализации:

- понятные карты с легендами;
- 3D-модели с аннотированными объектами;
- графики/диаграммы динамики (если кейс предполагает мониторинг).

Документация:

- полётный журнал (время, маршрут, параметры съёмки);
- отчёт о качестве данных (точность, ошибки, ограничения);
- рекомендации по дальнейшим действиям (например, зоны для обработки гербицидами).

6. Экономическая и операционная эффективность

Оптимизация ресурсов:

- сокращение времени на полевые работы за счёт БВС;
- снижение затрат (например, точечное опрыскивание вместо сплошного);
- масштабируемость решения (возможность обработки больших территорий).

Повторяемость:

- возможность тиражирования методики на другие объекты/территории;

– стандартизация процессов (чек-листы, шаблоны отчётов).

