

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования**
**«Красноярский государственный педагогический университет
им. В.П. Астафьева»**
(КГПУ им. В.П. Астафьева)

МОДУЛЬ 4 "ОСНОВЫ РАБОТЫ С БАС "

Конструктивные особенности БПЛА

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	Р1 Универсальных педагогических компетенций и управления социальными системами		
Учебный план	44.02.03 Педагогика дополнительного образования (Эксплуатация БПЛА).plx 44.02.03 ПЕДАГОГИКА ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ		
Квалификация	Педагогика дополнительного образования (Эксплуатация беспилотных		
Форма обучения	очная		
Общая трудоемкость	0 ЗЕТ		
Часов по учебному плану	108	Виды контроля в семестрах:	
в том числе:			
аудиторные занятия	0		
самостоятельная работа	6		
контактная работа во время промежуточной аттестации (ИКР)	0		

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		4 (2.2)		Итого	
	уп	рп	уп	рп		
Неделя	13 4/6		14			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп	уп	рп
Лекции	20	20	18	18	38	38
Лабораторные	34	34	18	18	52	52
В том числе в форме практ.подготовки	12	12	6	6	18	18
Итого ауд.	54	54	36	36	90	90
Контактная работа	54	54	36	36	90	90
Сам. работа			6	6	6	6
Часы на контроль			12	12	12	12
Итого	54	54	54	54	108	108

Программу составил(и):

Зав.лаб. ОБЗР, Шайдуллин Раммазан Даниярович; Директор ТУПК, Степанов Евгений Александрович _____

Рабочая программа дисциплины

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования по специальности 44.02.03 ПЕДАГОГИКА ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ (приказ Минпросвещения России от 14.11.2023 г. № 855)

составлена на основании учебного плана:

44.02.03 ПЕДАГОГИКА ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

утвержденного учёным советом вуза от 25.02.2026 протокол № 3.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Протокол от 05.02.2026 г. № 4

Зав. кафедрой Степанова Инга Юрьевна

Согласовано с представителями работодателей на заседании НМС УГН(С), протокол № 4 от 5.02.2026 г.

Председатель НМС УГН(С) Степанова Инга Юрьевна

5.02. 2026 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Формирование у обучающихся системы знаний, умений и навыков в области устройства, компоновки и принципов работы основных узлов и агрегатов беспилотных авиационных систем (БАС), необходимых для эффективного осуществления профессиональной педагогической деятельности в системе дополнительного образования детей по профилю «Эксплуатация БАС».

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	МДК.04
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Изучению дисциплины «МДК.04.01 Конструктивные особенности БПЛА» должно предшествовать освоение общепрофессиональных дисциплин и междисциплинарных курсов, формирующих фундаментальные естественно-научные и профессиональные знания. Обучающийся должен обладать базовыми знаниями по физике (разделы: механика, электричество), основам электротехники и информатики для понимания принципов работы компонентов БПЛА. Также необходимы начальные компетенции в области педагогики и психологии для дальнейшего проектирования образовательного процесса по данному профилю.
2.1.2	Информатика и информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности
2.1.3	Электротехника и электроника
2.1.4	Математика
2.1.5	Основы педагогики
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Освоение конструктивных особенностей БПЛА является базой для последующего изучения вопросов пилотирования, эксплуатации, ремонта и методики преподавания данного профиля в системе дополнительного образования. Знания и навыки, полученные в рамках данного МДК, необходимы для успешного прохождения учебной и производственной практик по модулю ПМ.04, а также для выполнения курсовых и дипломных проектов, связанных с технической и методической составляющей работы педагога дополнительного образования по профилю «Эксплуатация БАС».
2.2.2	Пилотирование БПЛА
2.2.3	Эксплуатация и техническое обслуживание систем передачи и обработки информации
2.2.4	Учебная практика по эксплуатации БПЛА
2.2.5	Производственная практика М4

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

ПК 1.1.: Демонстрировать владение деятельностью, соответствующей избранной направленности/профилю дополнительной общеобразовательной программы

:	
Знать:	
Уровень 1	Номенклатуру, назначение и общее устройство основных типов БПЛА, используемых в сфере дополнительного образования (квадрокоптеры, самолеты, FPV-модели)
Уровень 2	Технические характеристики, конструктивные особенности и принцип работы ключевых компонентов БАС: рамы, бесколлекторные двигатели, регуляторы хода (ESC), полетные контроллеры (на примере Open Source: Pixhawk, ArduPilot), аккумуляторы (LiPo, Li-ion), пропеллеры.
Уровень 3	Способы интеграции компонентов в единую систему, методы диагностики неисправностей на уровне «железа», правила составления технического задания на сборку БПЛА для решения конкретных образовательных или прикладных задач.
Уметь:	
Уровень 1	Различать типы БПЛА и их основные части, читать простые структурные схемы БАС.
Уровень 2	Подбирать совместимые компоненты для сборки учебного БПЛА (например, FPV-дрона) по заданным характеристикам (вес, тяговооруженность, время полета).
Уровень 3	Демонстрировать и комментировать процесс сборки/разборки типового учебного БПЛА, объясняя назначение каждого узла и логику их соединения в контексте будущей педагогической деятельности.
Владеть:	
Уровень 1	Навыками безопасного обращения с компонентами БАС (аккумуляторами, электроникой) при проведении демонстраций.
Уровень 2	Навыками визуального и инструментального контроля технического состояния компонентов БПЛА (проверка целостности рамы, люфтов, состояния изоляции проводов).

Уровень 3	Способами демонстрации работы конструктивных элементов и их взаимодействия, приемами объяснения сложных технических понятий (например, «шаг винта», «эффект земли») на доступном для детей языке.
ПК 3.3. : Создавать предметно-развивающую среду, обеспечивающую освоение дополнительной общеобразовательной программы	
Знать:	
Уровень 1	Перечень необходимого оборудования, инструментов и расходных материалов для организации учебного места (кабинета/лаборатории) по направлению «Конструирование и эксплуатация БАС».
Уровень 2	Требования к организации хранения компонентов БПЛА (LiPo-аккумуляторов, запасных частей, инструмента) в соответствии с правилами техники безопасности и сохранности оборудования.
Уровень 3	Методику организации рабочих зон для разных видов деятельности: зона теории (схемы, плакаты, макеты), зона сборки (инструменты, верстаки), зона тестирования (симуляторы, предполетная подготовка).
Уметь:	
Уровень 1	Организовывать рабочее место для проведения теоретического занятия с демонстрацией макетов и презентаций.
Уровень 2	Готовить необходимые комплектующие и инструменты для проведения практического занятия по сборке или диагностике БПЛА.
Уровень 3	Моделировать и конструировать предметно-развивающую среду, подбирая наглядные пособия (разрезы двигателей, платы контроллеров, примеры поломок) для эффективного объяснения конструктивных особенностей.
Владеть:	
Уровень 1	Навыками оформления информационного стенда по теме «Устройство БПЛА».
Уровень 2	Приемами организации рабочего пространства для безопасной и эффективной индивидуальной и групповой работы обучающихся над проектами по конструированию.
Уровень 3	Способами демонстрации взаимосвязи конструктивных элементов, создавая на занятии среду, мотивирующую к техническому творчеству и исследовательской деятельности.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература и эл. ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 1. Введение в беспилотные авиационные системы						
1.1	Классификация и области применения БПЛА. История развития. /Лек/	3	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
1.2	Общее устройство мультироторных БПЛА . /Лек/	3	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
1.3	Общее устройство БПЛА самолетного типа. Гибридные схемы. /Лек/	3	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
1.4	Анализ областей применения различных типов БПЛА. /Лаб/	3	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
1.5	Составление структурных схем БПЛА различных типов. /Лаб/	3	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
1.6	Нормативная база и техника безопасности при работе с компонентами БАС. Заполнение журнала. /Лаб/	3	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
	Раздел 2. Силовая установка						
2.1	Рамы: материалы, типы, конструкция. Крепление элементов. /Лек/	3	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		

2.2	Бесколлекторные двигатели: устройство, принцип работы, характеристики. /Лек/	3	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
2.3	Регуляторы хода (ESC): назначение, виды, прошивки. /Лек/	3	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
2.4	Пропеллеры: геометрия, шаг, материалы, балансировка. /Лек/	3	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
2.5	Взаимодействие компонентов силовой установки. /Лек/	3	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
2.6	Подбор рамы под заданные параметры. Изучение чертежей. /Лаб/	3	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
2.7	Расчет тяговооруженности по характеристикам двигателя и пропеллера. /Лаб/	3	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
2.8	Пайка силовых проводов и разъемов. /Лаб/	3	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
2.9	Подключение ESC к двигателю и полетному контроллеру. /Лаб/	3	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
2.10	Балансировка пропеллеров. Визуальный контроль. /Лаб/	3	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
2.11	Комплексная работа: сборка и тестирование силовой части на стенде. /Лаб/	3	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
2.12	Диагностика неисправностей силовой установки. /Лаб/	3	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
	Раздел 3. Энергетика и управление						
3.1	Аккумуляторные батареи (LiPo, Li-ion): устройство, характеристики, правила эксплуатации. /Лек/	3	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
3.2	Полетные контроллеры и аппаратура радиопередачи: обзор, принципы работы. /Лек/	3	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
3.3	Работа с зарядным устройством, измерение напряжения, балансировка ячеек. /Лаб/	3	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
3.4	Подключение полетного контроллера к компьютеру, знакомство с интерфейсом ПО. /Лаб/	3	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
3.5	Настройка аппаратуры, сопряжение приемника и передатчика. /Лаб/	3	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
3.6	Калибровка датчиков полетного контроллера. /Лаб/	3	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
3.7	Конфигурирование полетного контроллера под конкретную раму и двигателя. /Лаб/	3	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
3.8	Проверка работы всех систем на стенде. /Лаб/	3	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
3.9	Комплексная диагностика и поиск типовых неисправностей. /Лаб/	3	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
	Раздел 4. Сборка и интеграция систем						

4.1	Компоновка и сборка учебного БПЛА (силовая часть, подвес). /Лек/	4	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
4.2	Подключение и настройка полетного контроллера. Прошивка. /Лек/	4	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
4.3	Первичная диагностика и поиск неисправностей. /Лек/	4	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
4.4	Методы калибровки датчиков и настройка PID. /Лек/	4	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
4.5	Сборка рамы, установка двигателей, регуляторов, полетного контроллера. /Лаб/	4	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
4.6	Прошивка контроллера, настройка PID-регуляторов, калибровка датчиков. /Лаб/	4	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
4.7	Поиск и устранение типовых неисправностей в собранной системе. /Лаб/	4	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
4.8	Предполетная подготовка и тестирование собранного БПЛА. /Лаб/	4	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
	Раздел 5. Педагогическое проектирование						
5.1	Разработка наглядных пособий и дидактических материалов по устройству БПЛА. /Лек/	4	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
5.2	Организация предметно-развивающей среды для кружка по БАС. /Лек/	4	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
5.3	Методика проведения занятий по конструированию для разных возрастных групп. /Лек/	4	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
5.4	Особенности проектной деятельности в техническом творчестве. /Лек/	4	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
5.5	Оценка результатов и анализ детских проектов. /Лек/	4	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
5.6	Создание макетов, плакатов, презентаций для занятий. /Лаб/	4	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
5.7	Проектирование зон кабинета, подбор оборудования и инструментов. /Лаб/	4	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
5.8	Разработка технологических карт и инструкций для сборки. /Лаб/	4	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
5.9	Разработка фрагмента занятия по теме «Конструкция БПЛА». /Лаб/	4	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
5.10	Защита методических разработок. /Лаб/	4	2	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
5.11	Подготовка проекта учебного занятия, методической разработки или наглядного пособия. /Ср/	4	6	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
5.12	Экзамен /Экзамен/	4	12	ПК 3.3. ПК 1.1.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

1.1. Вопросы для устного опроса (текущий контроль по разделам)

Раздел 1. Введение в БАС

Перечислите основные типы БПЛА по конструктивной схеме.

Назовите области применения мультироторных БПЛА.

Какие задачи решают БПЛА самолетного типа?

Из каких основных компонентов состоит мультироторный БПЛА?

Раздел 2. Силовая установка

5. Какие материалы используются для изготовления рам БПЛА? Их преимущества и недостатки.

6. Опишите устройство бесколлекторного двигателя.

7. Что такое KV двигателя и на что оно влияет?

8. Назначение регулятора хода (ESC). Какие функции он выполняет?

9. Какие характеристики пропеллера влияют на тягу и эффективность?

10. Почему необходима балансировка пропеллеров?

Раздел 3. Энергетика и управление

11. Расшифруйте маркировку LiPo-аккумулятора «4S 5000mAh 50C».

12. Какие правила техники безопасности необходимо соблюдать при зарядке LiPo-аккумуляторов?

13. Перечислите основные сенсоры, входящие в состав типичного полетного контроллера.

14. Для чего служат PID-регуляторы в полетном контроллере?

15. Какие протоколы связи используются для соединения приемника с полетным контроллером?

Раздел 4. Сборка и интеграция систем

16. Опишите последовательность сборки типового квадрокоптера.

17. Как проверить правильность подключения двигателей к ESC?

18. Назовите основные этапы настройки полетного контроллера после прошивки.

19. Какие типовые неисправности могут возникнуть в собранной системе и как их диагностировать?

Раздел 5. Педагогическое проектирование

20. Какие элементы должна включать предметно-развивающая среда кабинета для занятий по БАС?

21. Какие дидактические материалы можно использовать при изучении темы «Конструкция БПЛА»?

22. Назовите особенности методики проведения практических занятий по сборке БПЛА для разных возрастных групп.

1.2. Примерные тестовые задания (с вариантами ответов)

1. Какой тип двигателей чаще всего используется в современных БПЛА?

А) Коллекторные двигатели постоянного тока

Б) Бесколлекторные двигатели (BLDC)

В) Шаговые двигатели

Г) Двигатели внутреннего сгорания

(Правильный ответ: Б)

2. Что обозначает маркировка LiPo аккумулятора «3S 2200mAh 30C»?

А) 3 элемента, ёмкость 2200 мАч, максимальный разрядный ток 30 А

Б) 3 элемента, ёмкость 2200 мАч, максимальный разрядный ток 66 А

В) 3 элемента, ёмкость 2200 мАч, внутреннее сопротивление 30 мОм

Г) 3 элемента, ёмкость 2200 мАч, максимальный зарядный ток 30 А

*(Правильный ответ: Б – $2.2 \text{ А} * 30\text{С} = 66 \text{ А}$)*

3. Какой протокол связи чаще всего используется для подключения приёмника к полетному контроллеру в современных БПЛА?

А) PWM

Б) PPM

В) SBUS

Г) I2C

(Правильный ответ: В)

4. Для чего предназначен полетный контроллер?

А) Для преобразования постоянного тока в переменный для двигателей

Б) Для обработки сигналов с датчиков и формирования управляющих сигналов для ESC

В) Для приёма сигнала от пульта управления и передачи его на двигатели

Г) Для питания всех компонентов БПЛА

(Правильный ответ: Б)

5. Что означает параметр «KV» у бесколлекторного двигателя?

А) Количество оборотов в минуту на вольт

Б) Киловольт – максимальное напряжение

В) Коэффициент вязкости

Г) Крутящий момент в килограммах

(Правильный ответ: А)

6. Какие пропеллеры создают большую тягу при прочих равных?

А) С меньшим шагом

Б) С большим шагом

В) С меньшим диаметром

Г) С большим количеством лопастей

(Правильный ответ: Б, но сложный вопрос – обычно тяга зависит и от шага, и от диаметра, но в тесте можно заложить, что при одинаковом диаметре больший шаг даёт большую тягу до определенного предела)

1.3. Вопросы к дифференцированному зачёту (3 семестр)

Классификация БПЛА. Области применения.

Устройство мультироторного БПЛА (общая схема, назначение основных элементов).

Устройство БПЛА самолётного типа. Особенности компоновки.

Типы рам для мультикоптеров, их материалы и конструктивные особенности.

Бесколлекторные двигатели: устройство, принцип работы, основные характеристики (KV, мощность, тяга).

Регуляторы хода (ESC): назначение, виды, функции.

Пропеллеры: геометрия, шаг, материалы, балансировка.

LiPo-аккумуляторы: устройство, маркировка, правила заряда, хранения и утилизации.

Понятие «С-рейтинг» аккумулятора и его значение.

Полетные контроллеры: архитектура, сенсоры, прошивки (обзор).

Аппаратура радиоуправления: передатчики, приёмники, протоколы связи.

Техника безопасности при работе с компонентами БПЛА.

Основные неисправности силовой установки и способы их диагностики.

Совместимость компонентов БПЛА: основные правила подбора.

Предполётная подготовка и проверка работоспособности систем.

Практические задания к зачёту:

По заданным характеристикам подобрать совместимые компоненты для сборки квадрокоптера (рама, двигатели, ESC, аккумулятор, пропеллеры).

Рассчитать тяговооруженность для предложенного набора компонентов.

По схеме подключения собрать силовую часть на стенде (двигатель-ESC).

С помощью мультиметра проверить целостность обмоток двигателя и напряжение на аккумуляторе.

1.4. Вопросы к экзамену (4 семестр)

Этапы сборки учебного БПЛА. Последовательность и особенности монтажа.

Прошивка и настройка полетного контроллера (на примере Betaflight/ArduPilot).

Калибровка датчиков полетного контроллера.

Настройка PID-регуляторов: назначение, методика, влияние на полётные характеристики.

Диагностика типовых неисправностей БПЛА (отказ двигателя, проблемы с приёмом сигнала, вибрации).

Организация рабочего места для занятий по конструированию БПЛА в системе дополнительного образования.

Разработка наглядных пособий по устройству БПЛА.

Методика проведения занятия по теме «Сборка квадрокоптера» для детей младшего/среднего школьного возраста.

Правила безопасной организации соревнований и показательных выступлений.

Особенности проектной деятельности в области БАС в дополнительном образовании.

Предметно-развивающая среда кабинета (лаборатории) по БАС: зоны, оборудование, хранение.

Методы оценки результативности обучения по программам технической направленности (БАС).

Практические задания к экзамену:

Собрать БПЛА из предложенных компонентов, произвести настройки (при наличии симулятора/реального оборудования) и подготовить его к первому вылету.

Провести диагностику собранного БПЛА, выявить и устранить неисправность (задаётся неисправность: например, неправильное направление вращения двигателя, обрыв провода, отсутствие сигнала с приёмника).

Разработать фрагмент занятия по теме «Конструкция БПЛА» для указанной возрастной группы (с демонстрацией материалов, объяснением).

Предложить вариант организации предметно-развивающей среды для кружка по БАС с ограниченным бюджетом/помещением.

5.2. Темы письменных работ

2.1. Темы рефератов/докладов

История развития беспилотных летательных аппаратов.

Сравнительный анализ конструктивных особенностей мультироторных и самолетных БПЛА.

Современные материалы в конструкции БПЛА.

Эволюция полетных контроллеров: от простых стабилизаторов до интеллектуальных систем.

Типы аккумуляторов для БПЛА: преимущества и недостатки, перспективы развития.

Техника безопасности при эксплуатации БПЛА: анализ типовых нарушений и их последствий.

Применение БПЛА в сельском хозяйстве: конструктивные особенности агродронов.

Беспилотные технологии в системе дополнительного образования детей: опыт и перспективы.

Развитие инженерного мышления у школьников через конструирование БПЛА.

Организация соревнований по дрон-рейсингу: технические и педагогические аспекты.

2.2. Темы проектных/методических разработок (для СР в 4 семестре)

Разработка наглядного пособия (стенда, макета) «Устройство квадрокоптера».

Создание инструкционной карты по сборке учебного БПЛА для школьников.

Разработка сценария мастер-класса по конструированию БПЛА для детей 10–12 лет.

Проект предметно-развивающей среды кабинета (лаборатории) по БАС с описанием зон и оборудования.

Подбор и обоснование комплекта компонентов для сборки учебного БПЛА в зависимости от бюджета и целей обучения.

Разработка технологической карты занятия по теме «Балансировка пропеллеров».

Создание презентации и раздаточного материала для вводного занятия по теме «Конструкция БПЛА».

Разработка критериев и диагностических материалов для оценки проектных работ учащихся по БАС.

5.3. Фонд оценочных средств

Критерии оценки лабораторных работ:

правильность выполнения задания (0–5 баллов);

соблюдение техники безопасности (0–2 балла);

качество оформления отчёта (0–3 балла);

ответы на контрольные вопросы (0–2 балла).

Максимальный балл за одну работу – 12. Работа считается зачтённой при наборе не менее 7 баллов.

Критерии оценки на дифференцированном зачёте (3 семестр):

«Зачтено» выставляется, если студент демонстрирует знание основных понятий, правильно отвечает на вопросы билета (не менее 70% правильных ответов) и успешно выполняет практическое задание.

«Не зачтено» выставляется при наличии грубых ошибок в ответах, непонимании сути вопросов, невыполнении практического задания.

Критерии оценки на экзамене (4 семестр):

полнота и правильность ответа на теоретические вопросы (0–10 баллов);

правильность выполнения практического задания (0–15 баллов);

соблюдение техники безопасности при выполнении практического задания (0–5 баллов);

обоснованность выводов и решений (0–5 баллов).

Шкала итоговой оценки:

28–35 баллов – «отлично»;

21–27 баллов – «хорошо»;

15–20 баллов – «удовлетворительно»;

менее 15 баллов – «неудовлетворительно».

5.4. Перечень видов оценочных средств

Устный опрос (индивидуальный, фронтальный)

Тестирование (письменное или компьютерное)

Лабораторная работа (с отчетом)

Практическое задание (расчетное, конструкторское)

Реферат / доклад

Проектная работа (методическая разработка)

Контрольная работа (по разделу)

Дифференцированный зачет

Экзамен

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)			
6.1. Рекомендуемая литература			
6.1.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Терентьев В. Б.	Вероятностный анализ эффективности беспилотных летательных аппаратов: учебное пособие	Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2025
Л1.2	Проворов И. С.	Беспилотные летательные аппараты: учебник для вузов	Москва: Юрайт, 2025
Л1.3	Погорелов В. И.	Беспилотные летательные аппараты: нагрузки и нагрев: учебник для спо	Москва: Юрайт, 2026
6.1.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1		Защита транспортных терминалов от угроз незаконного применения беспилотных летательных аппаратов: учебное пособие	Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2023
Л2.2	Денисенко С. Н., Смирнов А. Ю., Хрусталева А. М., Штеренбер И. Г.	Беспилотные летательные аппараты: учебное пособие	Санкт-Петербург : СПбГТИ (ТУ), 2023
Л2.3	Ковалёв М. А., Овакимян Д. Н.	Беспилотные летательные аппараты вертикального взлета: сборка, настройка и программирование: учебное пособие	Самара : Самарский университет, 2024
6.3.1 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства			
Для освоения дисциплины необходим компьютер с графической операционной системой, офисным пакетом приложений, интернет-браузером, программой для чтения PDF-файлов, программой для просмотра изображений и видеофайлов и программой для работы с архивами.			
6.3.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем			
1. Elibrary.ru: электронная библиотечная система : база данных содержит сведения об отечественных книгах и периодических изданиях по науке, технологии, медицине и образованию. Адрес: http://elibrary.ru . Режим доступа: Индивидуальный неограниченный доступ.			
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн». Адрес: https://biblioclub.ru . Режим доступа: Индивидуальный неограниченный доступ.			
3. Электронно-библиотечная система издательства «ЛАНЬ». Адрес: e.lanbook.com . Режим доступа: Индивидуальный неограниченный доступ.			
4. Образовательная платформа «Юрайт». Адрес: https://urait.ru . Режим доступа: Индивидуальный неограниченный доступ.			
5. ИС Антиплагиат: система обнаружения заимствований. Адрес: https://krasspu.antiplagiat.ru . Режим доступа: Индивидуальный неограниченный доступ.			
7. МТО (оборудование и технические средства обучения)			
Перечень учебных аудиторий и помещений закрепляется ежегодным приказом «О закреплении аудиторий и помещений в			
8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)			