

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 "

Электронные системы функциональной полезной нагрузки беспилотного воздушного судна и систем крепления внешних грузов

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	Р1 Универсальных педагогических компетенций и управления социальными системами
Учебный план	44.02.03 ПЕДАГОГИКА ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
Квалификация	Педагог дополнительного образования
Форма обучения	очная
Общая трудоемкость	
Часов по учебному плану	244
в том числе:	
аудиторные занятия	156
самостоятельная работа	88
контактная работа во время промежуточной аттестации (ИКР)	0

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		4 (2.2)		5 (3.1)		6 (3.2)		Итого	
	уп	рп	уп	рп	уп	рп	уп	рп		
Неделя	13 4/6		14		14		7 4/6			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп	уп	рп	уп	рп	уп	рп
Лекции	18	18	18	18	18	18	18	18	72	72
Лабораторные	18	18	18	18	24	24	24	24	84	84
В том числе в форме практ. подготовки	4	4	4	4	10	10	10	10	28	28
Итого ауд.	36	36	36	36	42	42	42	42	156	156
Контактная работа	36	36	36	36	42	42	42	42	156	156
Сам. работа	18	18			12	12	58	58	88	88
Итого	54	54	36	36	54	54	100	100	244	244

Программу составил(и):

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

Рабочая программа дисциплины

разработана в соответствии с ФГОС СПО:

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 11.02.2026 г. № 4

Зав. кафедрой Степанова Инга Юрьевна

Согласовано с представителями работодателей на заседании НМС УГН(С), протокол №4 от 19.02.2026 г.

Председатель НМС УГН(С)

19.02.2026 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Формирование у обучающихся системы знаний, умений и навыков в области устройства, принципов работы, эксплуатации и технического обслуживания электронных систем полезной нагрузки (камеры, сенсоры, мультиспектральные датчики, системы сброса грузов, подвесы) и механических систем крепления внешних грузов БПЛА, а также готовности к педагогической деятельности по обучению детей работе с полезной нагрузкой и её интеграции на БПЛА в системе дополнительного образования.

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 должно предшествовать освоение дисциплин и модулей, формирующих знания об устройстве БПЛА, электронных компонентах, системах связи и основах пилотирования. Обучающийся должен знать конструкцию БПЛА, основы электротехники и электроники, принципы работы радиоаппаратуры, владеть навыками пилотирования и настройки полетного контроллера.
2.1.2	Конструктивные особенности БПЛА
2.1.3	Электротехника и электроника
2.1.4	Эксплуатация и техническое обслуживание систем передачи и обработки информации
2.1.5	Пилотирование БПЛА
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Знания и навыки, полученные при изучении систем полезной нагрузки, являются основой для выполнения специализированных полётных заданий (аэрофотосъёмка, мониторинг, доставка грузов), а также необходимы для прохождения производственной практики и подготовки дипломного проекта.
2.2.4	Производственная практика М4
2.2.5	Подготовка к защите дипломного проекта (работы)
2.2.6	Защита дипломного проекта (работы)

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

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

:	
Знать:	
Уровень 1	Назначение, виды и основные характеристики электронных систем полезной нагрузки БПЛА (камеры, сенсоры, подвесы, системы сброса), типы внешних грузов и способы их крепления.
Уровень 2	Принципы работы оптических и тепловизионных систем, мультиспектральных датчиков, стабилизированных подвесов, механизмов сброса грузов; интерфейсы подключения (PWM, S.Bus, UART, CAN, Ethernet).
Уровень 3	Методы калибровки и настройки полезной нагрузки для решения различных прикладных задач (мониторинг, поиск, картография, сельское хозяйство); схемотехнику и типовые неисправности электронных модулей полезной нагрузки.
Уметь:	
Уровень 1	отключать и настраивать базовую полезную нагрузку (камеру на подвесе, систему сброса) к полетному контроллеру, проверять работоспособность.
Уровень 2	Выполнять калибровку подвеса, настройку параметров съёмки, регулировку механизмов сброса, монтировать и балансировать внешние грузы.
Уровень 3	Диагностировать неисправности электронных систем полезной нагрузки, производить замену компонентов, корректировать настройки ПО для оптимизации работы под конкретные задачи.
Владеть:	
Уровень 1	Навыками безопасного подключения и отключения полезной нагрузки, проверки целостности кабелей и разъёмов.
Уровень 2	Приёмами работы с программным обеспечением для настройки подвесов и камер, методами балансировки и крепления грузов.
Уровень 3	Способами обучения детей работе с полезной нагрузкой, организации практических занятий по съёмке и мониторингу, разработки инструкционных карт.
ПК 3.3. : Создавать предметно-развивающую среду, обеспечивающую освоение дополнительной общеобразовательной программы	
:	

Знать:	
Уровень 1	Перечень оборудования и инструментов для отработки навыков работы с полезной нагрузкой (подвесы, камеры, сенсоры, макеты грузов, крепления).
Уровень 2	Требования к организации зон для практических занятий с полезной нагрузкой (наземные испытания, полётная зона с мишенями), правила хранения и обслуживания оборудования.
Уровень 3	Методику организации проектной деятельности с использованием полезной нагрузки, способы создания имитационных полигонов и учебных стендов.
Уметь:	
Уровень 1	Организовывать рабочее место для настройки и тестирования полезной нагрузки.
Уровень 2	Подбирать и подготавливать наглядные пособия (образцы, плакаты, видео) для обучения работе с полезной нагрузкой.
Уровень 3	Проектировать и создавать учебные полигоны (например, для отработки сброса грузов, поиска объектов), разрабатывать методические материалы и кейсы.
Владеть:	
Уровень 1	Навыками демонстрации работы подвеса, камеры, системы сброса.
Уровень 2	Приёмами организации групповой работы по настройке и испытанию полезной нагрузки.
Уровень 3	Способами создания проблемных ситуаций (имитация отказов, нештатных ситуаций) для развития навыков оперативного реагирования.

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. Знания и навыки, полученные при изучении систем полезной нагрузки, являются основой для выполнения специализированных полётных заданий (аэрофотосъёмка, мониторинг, доставка грузов), а также необходимы для прохождения производственной практики и подготовки дипломного проекта.						
1.1	Роль полезной нагрузки в БАС. Классификация: съёмочное оборудование, сенсоры, грузоподъёмные системы. /Лек/	3	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
1.2	Механические системы крепления: типы подвесов, кронштейны, замки, фиксаторы. /Лек/	3	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
1.3	Электронные интерфейсы подключения полезной нагрузки (PWM, S.Bus, UART, CAN). /Лек/	3	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
1.4	Изучение конструкции типовых подвесов и креплений. /Лаб/	3	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
1.5	Подключение простейшей нагрузки (светодиод, сервопривод) к полетному контроллеру. /Лаб/	3	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
	Раздел 2. Фото- и видеооборудование						
2.1	Типы камер для БПЛА: GoPro, зеркальные, системные. Характеристики: матрица, объектив, интерфейсы. /Лек/	3	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
2.2	Стабилизированные подвесы (гимбалы): устройство, принцип работы, типы (2D, 3D). /Лек/	3	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
2.3	Настройка подвеса: балансировка, калибровка, настройка PID-регуляторов подвеса. /Лек/	3	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		

2.4	Установка камеры на подвес, балансировка. /Лаб/	3	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
2.5	Подключение и настройка подвеса к полетному контроллеру. /Лаб/	3	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
2.6	Настройка параметров съёмки (разрешение, частота, экспозиция). /Лаб/	3	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
2.7	Тестирование работы подвеса в различных режимах. /Лаб/	3	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
Раздел 3. Специализированные сенсоры							
3.1	Тепловизоры: принцип работы, характеристики, применение (поиск, мониторинг). /Лек/	3	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
3.2	Мультиспектральные и гиперспектральные сенсоры: назначение, применение в сельском хозяйстве и экологии. /Лек/	3	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
3.3	Мультиспектральные и гиперспектральные сенсоры: назначение, применение в сельском хозяйстве и экологии. /Лек/	3	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
3.4	Мультиспектральные и гиперспектральные сенсоры: назначение, применение в сельском хозяйстве и экологии. /Лаб/	3	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
3.5	Сбор и первичный анализ данных с мультиспектрального сенсора (на примере симулятора или готовых данных). /Лаб/	3	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
3.6	Работа с ПО для обработки данных сенсоров. /Лаб/	3	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
3.7	Изучение документации по подвесам и камерам. Подготовка реферата по применению полезной нагрузки. /Ср/	3	18	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
Раздел 4. Системы сброса и доставки грузов							
4.1	Типы систем сброса грузов: электромеханические, пневматические, парашютные системы. /Лек/	4	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
4.2	Устройство и принцип работы сервоприводов, замков, парашютных контейнеров. /Лек/	4	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
4.3	Программирование сброса груза с помощью полетного контроллера (аварийный сброс, сброс по команде). /Лек/	4	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
4.4	Установка и настройка сервопривода для механизма сброса. /Лаб/	4	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
4.5	Программирование канала сброса на полетном контроллере. /Лаб/	4	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
4.6	Тестирование сброса груза на наземном стенде (имитация). /Лаб/	4	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
4.7	Разработка простого механизма сброса (проектное задание). /Лаб/	4	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
Раздел 5. Интеграция полезной нагрузки и управление							

5.1	Совместимость полезной нагрузки с различными полетными контроллерами. Ограничения по весу и энергопотреблению. /Лек/	4	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
5.2	Управление полезной нагрузкой с наземной станции (переключение режимов, сброс, управление камерой). /Лек/	4	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
5.3	Телеметрия от полезной нагрузки: передача данных о состоянии, видео в реальном времени. /Лек/	4	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
5.4	Настройка управления полезной нагрузкой через переключатели на аппаратуре. /Лаб/	4	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
5.5	Интеграция данных полезной нагрузки в наземную станцию. /Лаб/	4	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
	Раздел 6. Диагностика и обслуживание						
6.1	Диагностика и обслуживание /Лек/	4	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
6.2	Методы диагностики: визуальный осмотр, проверка питания, тестирование в специализированном ПО. /Лек/	4	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
6.3	Регламенты технического обслуживания полезной нагрузки. Чистка оптики, смазка подвесов. /Лек/	4	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
6.4	Диагностика неисправностей подвеса (имитация обрыва, разбалансировки). /Лаб/	4	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
6.5	Диагностика неисправностей подвеса (имитация обрыва, разбалансировки). /Лаб/	4	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
6.6	Составление дефектной ведомости и плана ремонта. /Лаб/	4	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
	Раздел 7. Продвинутое системы полезной нагрузки						
7.1	Специализированное ПО для планирования полётных заданий с учётом полезной нагрузки (Pix4D, Agisoft Metashape). /Лек/	5	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
7.2	Автоматизация съёмки: создание маршрутов с перекрытием, запуск съёмки по триггерам. /Лек/	5	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
7.3	Использование LiDAR на БПЛА: принципы, области применения, обработка данных. /Лек/	5	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
7.4	Создание полётного задания для аэрофотосъёмки в Mission Planner. /Лаб/	5	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
7.5	Настройка автоматической съёмки по времени и расстоянию. /Лаб/	5	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
7.6	Обработка полученных снимков в фотограмметрическом ПО (базовые операции). /Лаб/	5	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
7.7	Работа с данными LiDAR (на примере готовых наборов). /Лаб/	5	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
	Раздел 8. Системы крепления внешних грузов						

8.1	Типы внешних грузов: контейнеры, подвесное оборудование, сельскохозяйственная аппаратура. /Лек/	5	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
8.2	Расчёт грузоподъёмности, влияние на центровку и управляемость. Крепёжные элементы и их надёжность. /Лек/	5	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
8.3	Разработка и изготовление простого крепления для внешнего груза. /Лаб/	5	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
8.4	Балансировка БПЛА с внешним грузом на стенде. /Лаб/	5	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
8.5	Испытания сброса груза на полигоне (имитация). /Лаб/	5	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
	Раздел 9. Проектная деятельность						
9.1	Методика организации проектной деятельности обучающихся с использованием полезной нагрузки. /Лек/	5	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
9.2	Этапы проектирования: от идеи до реализации. Выбор темы проекта. /Лек/	5	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
9.3	Требования к документации проекта (пояснительная записка, чертежи, презентация). /Лек/	5	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
9.4	Подготовка к защите проекта. Критерии оценки. /Лек/	5	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
9.5	Выбор темы и разработка плана индивидуального или группового проекта /Лаб/	5	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
9.6	Работа над проектом: сборка, настройка, испытания. /Лаб/	5	4	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
9.7	Оформление проектной документации. /Лаб/	5	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
9.8	Предзащита проектов. /Лаб/	5	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
9.9	Выполнение проекта по выбранной теме (например, «Разработка системы сброса для мониторинга», «Создание тепловизионного комплекса», «Интеграция газоанализатора на БПЛА»). /Ср/	5	12	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
	Раздел 10. Сложные интегрированные системы						
10.1	Комплексные системы полезной нагрузки: интеграция нескольких сенсоров (камера + тепловизор + LiDAR). /Лек/	6	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
10.2	Синхронизация данных с разных сенсоров. Применение в реальных задачах. /Лек/	6	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
10.3	Перспективные разработки: гибридные подвесы, адаптивные системы крепления. /Лек/	6	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
10.4	Интеграция двух типов полезной нагрузки на одном БПЛА (имитация). /Лаб/	6	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		

10.5	Настройка синхронизации данных (камера + телеметрия). /Лаб/	6	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
10.6	Комплексное тестирование многодатчиковой системы. /Лаб/	6	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
10.7	Анализ и интерпретация комплексных данных. /Лаб/	6	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
Раздел 11. Педагогическая практика и подготовка к зачёту							
11.1	Разработка учебно-методических материалов для занятий по полезной нагрузке (инструкции, кейсы, задания). /Лек/	6	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
11.2	Организация соревнований и конкурсов по применению полезной нагрузки (точность сброса, качество съёмки). /Лек/	6	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
11.3	Методика проведения занятий по теме «Полезная нагрузка» для разных возрастных групп. /Лек/	6	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
11.4	Техника безопасности при работе с полезной нагрузкой (лазеры, химические грузы, острые предметы). /Лек/	6	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
11.5	Подготовка к итоговой аттестации. Повторение материала. /Лек/	6	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
11.6	Консультация по проектам. /Лек/	6	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
11.7	Разработка фрагмента занятия по теме «Настройка подвеса» (ролевая игра). /Лаб/	6	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
11.8	Разработка инструкционной карты по работе с полезной нагрузкой. /Лаб/	6	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
11.9	Проведение мини-соревнования по точности сброса/качеству съёмки внутри группы. /Лаб/	6	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
11.10	Анализ и разбор выполненных проектов. /Лаб/	6	2	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
11.11	Отработка навыков настройки и диагностики на комплексных стендах. /Лаб/	6	4	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
11.12	Подготовка к зачёту: выполнение итогового практического задания. /Лаб/	6	4	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
11.13	Завершение и оформление проектов. Подготовка к защите. Повторение теоретического материала. /Ср/	6	58	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		
11.14	Зачёт (защита проекта + собеседование) /Зачёт/	6	0	ПК 1.1. ПК 3.3.	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

Тестовые задания

Какие основные типы конструкции бортовых систем беспилотного воздушного судна вы можете выделить?

- а) Типы, основанные на металлической конструкции.
- б) Типы, основанные на полимерных материалах.
- в) Типы, основанные на гибридной конструкции.
- г) Типы, основанные на деревянных материалах.

Как происходит классификация бортовых систем предназначению?

- а) По цвету корпуса.
- б) По типу двигателя.
- в) По области применения и функциональности.
- г) По форме крыла.

Какие технические характеристики играют роль при выборе системы крепления внешнего груза?

- а) Только цвет.
- б) Вес и габариты груза.
- в) Наличие стикеров на упаковке.
- г) Возможность использования в любых погодных условиях.

В чем заключаются особенности систем крепления внешнего груза, и как они взаимодействуют с беспилотным воздушным судном?

- а) Только эстетичный внешний вид.
- б) Прочность креплений и их влияние на центр тяжести.
- в) Наличие светодиодов на креплениях.
- г) Способность креплений изменять цвет в полете.

Каковы типы вычислительных устройств, используемых в беспилотных воздушных судах, и какие функциональные возможности они предоставляют?

- а) Калькуляторы и счеты.
- б) Только сенсорные панели.
- в) Автопилоты, бортовые компьютеры и навигационные системы.
- г) Абакусы и механические счеты.

Какую роль играют вычислительные устройства в обеспечении работы бортовых систем и оборудования полезной нагрузки?

- а) Только отображение информации.
- б) Управление и координация работы систем.
- в) Отправка электронных писем.
- г) Сжатие воздуха в шинах.

Каковы основные задачи, решаемые вычислительными устройствами в контексте беспилотных воздушных судов?

- а) Только подсчет километража.
- б) Управление полетом, навигация, обработка данных с датчиков.
- в) Запуск пиротехнических устройств.
- г) Воспроизведение музыки в полете.

Контрольные вопросы

1. Какие этапы включает в себя подготовка к эксплуатации бортовых систем и оборудования полезной нагрузки?
2. Какие основные задачи решаются при монтаже и настройке бортовых систем и оборудования беспилотного воздушного судна?
3. Какие процедуры проводятся при проверке и испытании вычислительных устройств перед началом эксплуатации?
4. Какие шаги включает в себя процесс проверки и подготовки систем крепления внешнего груза перед полетом?
5. Какие параметры и характеристики необходимо оценить во время контроля работы бортовых систем и оборудования в процессе эксплуатации?
6. Каким образом осуществляется контроль над процессом монтажа бортовых систем?
7. Какие технические требования предъявляются к системам передачи и обработки информации на беспилотных воздушных судах?
8. Какие меры безопасности следует предпринимать при работе с бортовыми системами и оборудованием полезной нагрузки?
9. Как происходит взаимодействие между вычислительными устройствами в составе беспилотного воздушного судна?
10. Какие методы используются для диагностики и обнаружения неисправностей в бортовых системах?

5.2. Темы письменных работ

Темы рефератов

1. Архитектура электронных систем функциональной полезной нагрузки для БПЛА: требования, уровни интеграции и межсистемное взаимодействие.
2. Модели и протоколы обмена данными между БПЛА и наземной станцией управления для навигации и мониторинга полезной нагрузки.
3. Безопасность и защита информации в системах функциональной полезной нагрузки беспилотников: угрозы, методы криптографической защиты и аутентификации.
4. Энергоэффективные схемы питания и управление энергией для тяжёлых внешних грузов на беспилотниках.
5. Системы дистанционного управления и мониторинга внешних грузов: датчики, пропорциональное крепление и обратная связь.
6. Технологии автоматического крепления и снятия внешних грузов: манипуляторы, реле, кинематика, стабилизация направления.
7. Влияние массы и центр тяжести внешних грузов на устойчивость и управляемость БПЛА: моделирование и экспериментальные данные.
8. Датчики окружающей среды в составе функциональной нагрузки: воздух, температура, давление, вибрация и их обработка на борту.
9. Методы калибровки и самодиагностики электронных систем полезной нагрузки в полевых условиях.
10. Интеллектуальные системы управления полезной нагрузкой: адаптивные алгоритмы, машинное обучение и их влияние на точность задач.
11. Применение БПЛА с внешними грузами в сельском хозяйстве: мониторинг посевов, точное внесение удобрений и защитных средств

5.3. Перечень видов оценочных средств

Подготовка ответов на контрольные вопросы, выполнение тестовых заданий, подготовка рефератов

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература (электронные издания с индивидуальным неограниченным количественным доступом)

6.1.1. Основная литература (включает рекомендованную примерной образовательной программой литературу)

	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

Каждый компьютер имеет выход в Интернет, оснащен операционной системой Arch Linux, пакетом свободно распространяемого офисного программного обеспечения LibreOffice (LibreOffice Writer, LibreOffice Calc, LibreOffice Impress), не менее, чем двумя браузерами (Google Chrome, Яндекс браузер (отечественное производства), Opera, Mozilla Firefox), а также следующими программами: Adobe Reader, 7-Zip, Видео-аудиопроигрыватель VLC-плеер, Калькулятор, Набросок на фрагменте экрана (ножницы), Paint.

Компьютеры в лингафонных кабинетах дополнительно оснащены лицензионным программным обеспечением Sanako Study или Норд (отечественное производство).

Имеется специальное лицензионное программное обеспечение: ГеоГебра, Компас 3Д (отечественное производство), ArcGIS, Мовавика (отечественное производство), КонсультантПлюс (отечественное производство), российский мессенджер Max (отечественное производство), Яндекс Телемост (отечественное производство), Антиплагиат.Вуз (отечественное производство).

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. Сайт адаптирован для инвалидов и лиц с ОВЗ с нарушениями зрения.
3. Электронно-библиотечная система издательства «ЛАНЬ». Адрес: e.lanbook.com. Режим доступа: Индивидуальный неограниченный доступ. Мобильное приложение ЭБС «Лань» оснащено синтезатором речи для работы с учебной и художественной литературой. Сайт адаптирован для инвалидов и лиц с ОВЗ с нарушениями зрения.
4. Образовательная платформа «Юрайт». Адрес: <https://urait.ru>. Режим доступа: Индивидуальный неограниченный доступ. Платформа адаптирована для инвалидов и лиц с ОВЗ с нарушениями зрения.
5. ИС Антиплагиат: система обнаружения заимствований. Адрес: <https://krasspu.antiplagiat.ru>. Режим доступа: Индивидуальный неограниченный доступ.

7. МТО (оборудование и технические средства обучения)

Лаборатория по изучению основ безопасности и защиты Родины Педагогического технопарка «Кванториум» имени академика Л.В. Киренского: беспилотный летательный аппарат (дрон) (многофункциональный модульный БПЛА) – 2 шт., квадрокоптер DJI Mavic 3E – 1 шт., квадрокоптер DJI Matrice 350 RTK – 1 шт., полигон для беспилотного воздушного судна – 1 шт., учебный стенд для отработки навыков управления квадрокоптером – 2 шт., комплект "Учебная летающая робототехническая система" – 2 компл., конструктор учебного квадрокоптера "Системы управления БПЛА" – 6 компл., стрелковый тренажер – 1 компл., лазерный стрелковый тренажер – 1 компл., имитаторы ранений и поражений – 2 шт., макет массогабаритный модели оружия – 6 шт., магазин к автомату Калашникова с учебными патронами – 6 шт., носилки демонстрационные – 4 шт., мини-экспресс лаборатория радиационно-химической разведки – 1 компл., тренажеры для освоения навыков сердечно-легочной реанимации взрослого и ребенка – 1 компл., индивидуальный перевязочный пакет – 5 шт., индивидуальный противохимический пакет – 5 шт., бинт марлевый медицинский нестерильный – 10 шт., бинт медицинский стерильный – 2 шт., вата медицинская компрессная – 10 шт., повязка медицинская большая стерильная – 5 шт., повязка медицинская малая стерильная – 5 шт., противогаз демонстрационный –	660049, Красноярский край, г. Красноярск, ул. Ады Лебедевой, д. 89, этаж 1, помещение 2, комната 12, площадь 61,5 кв.м.
--	---

5 шт., респиратор демонстрационный – 5 шт., дыхательная трубка (воздуховод) – 5 шт., гипотермический пакет – 5 шт., косынка медицинская (перевязочная) демонстрационная – 10 шт., булавка безопасная – 10 шт., жгут кровоостанавливающий – 10 шт., пипетка – 2 шт., учебная мебель – 40 компл., проектор – 1 шт., экран – 1 шт., ноутбук с выходом в Интернет – 6 шт.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Основу теоретического обучения студентов составляют лекции. Они дают систематизированные знания студентам о наиболее сложных и актуальных проблемах изучаемой дисциплины. На лекциях особое внимание уделяется не только усвоению студентами изучаемых проблем, но и стимулированию их активной познавательной деятельности, творческого мышления, развитию научного мировоззрения, профессионально-значимых свойств и качеств. Лекции по учебной дисциплине проводятся, как правило, как проблемные в форме диалога (интерактивные). Осуществляя учебные действия на лекционных занятиях, студенты должны внимательно воспринимать действия преподавателя, запоминать складывающиеся образы, мыслить, добиваться понимания изучаемого предмета, применения знаний на практике, при решении учебно-профессиональных задач. Студенты должны аккуратно вести конспект. В случае недопонимания какой-либо части предмета следует задать вопрос в установленном порядке преподавателю. Перед подготовкой к семинарским занятиям студенту необходимо тщательно проработать конспекты лекций, а также детально поработать с основной и дополнительной литературой. Целесообразно готовиться к семинарским занятиям за 1 неделю до их начала, а именно: на основе изучения рекомендованной литературы выписать в контекст основные категории и понятия по учебной дисциплине, подготовить развернутые планы ответов и краткое содержание выполненных заданий. Студент должен быть готов к контрольным опросам на каждом учебном занятии. Одобряется и поощряется инициативные выступления с докладами и рефератами по темам семинарских занятий. Подготовка докладов и рефератов. Реферат представляет письменный материал по определённой теме, в котором собрана информация из одного или нескольких источников. В нем в обобщенном виде представляется материал на определенную тему, включающий обзор соответствующих литературных и других источников. Рефераты могут являться изложением содержания какой-либо научной работы, статьи и т.п. Доклад представляет публичное, развернутое сообщение (информирование) по определенному вопросу или комплексу вопросов, основанное на привлечении документальных данных, результатов исследования, анализа деятельности и т.д. При подготовке к докладу на семинаре по теме, указанной преподавателем, студент должен ознакомиться не только с основной, но и дополнительной литературой, а также с последними публикациями по этой тематике в сети Интернет. Необходимо подготовить текст доклада и иллюстративный материал в виде презентации. При подготовке творческих самостоятельных заданий, предусмотрены консультации с преподавателем. Подготовка эссе предусматривает учет следующих требований: обязательное обоснование собственной позиции по теме; обязательно указать ФИО специалистов по теме, избранной вами; план эссе: обоснование выбора темы: анализ предшественников, занимавшихся исследованием данной темы до вас; логичное изложение проблемы; собственная позиция по теме. Требования к рецензии на монографию 1. Атрибуция книги (Автор, выходные данные, тиражность) 2. Какова основная проблема книги? 3. Насколько автору удалось аргументировано обосновать свою позицию (приведите пример) 4. Оцените стиль изложения. 5. Оцените научный аппарат монографии. 6. Что нового для себя вы узнали из данной монографии?

Методические рекомендации студентам по подготовке к промежуточной аттестации. При подготовке к экзамену или зачету студент должен повторно изучить конспекты лекций и рекомендованную литературу, просмотреть решения основных задач, решенных самостоятельно и на семинарах, а также составить ответы на все вопросы, вынесенные на зачет/экзамен.