

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гнатюк Сергей Иванович
Должность: Первый проректор
Дата подписания: 01.12.2025 11:35:36
Уникальный программный ключ:
5ede28fe5b714e680817c5c132d4ba793a6b4427

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ К.Е. ВОРОШИЛОВА»**

«Утверждаю»

Декан инженерного факультета

Фесенко А. В. _____

«23» апреля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

учебной дисциплины «Конструкция и основы управления беспилотных
мехатронных систем»

для направления подготовки 35.03.06 Агроинженерия
направленность (профиль) Эксплуатация и обслуживание беспилотных роботехнических
систем авиационного и наземного типов

Год начала подготовки – 2025

Квалификация выпускника – бакалавр

Луганск, 2025

Рабочая программа составлена с учетом требований:

- порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245;
- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 23.08.2017 № 813.

Преподаватели, подготовившие рабочую программу:

канд. техн. наук,
доцент кафедры сельхозмашин

_____ **А.А. Ильченко**

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры сельскохозяйственных машин (протокол № 9 от «16» апреля 2025 г.).

Заведующий кафедрой

_____ **А.В. Щеглов**

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией инженерного факультета (протокол № 9 от «25» 06 2025 г.).

Председатель методической комиссии

_____ **А.В. Шовкопляс**

Руководитель основной профессиональной образовательной программы

_____ **А.В. Фесенко**

1. Предмет. Цели и задачи дисциплины, её место в структуре образовательной программы

Целью дисциплины «Конструкция и основы управления беспилотных мехатронных систем» является формирование компетенций обучающегося в области профессиональной деятельности и сфере профессиональной деятельности:

13 Сельское хозяйство (в сфере использования, технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники, машин и оборудования, средств электрификации автоматизации технологических процессов при производстве, хранении и переработке продукции растениеводства и животноводства).

Основные задачи изучения дисциплины:

- знать содержание и порядок выполнения настроечных работ и правил эксплуатации беспилотных мехатронных систем;
- составлять технические задания на проектирование беспилотных мехатронных систем;
- изучить настройку отдельных модулей мехатронных систем, эксплуатации беспилотных мехатронных систем при решении конкретных производственных задач.

Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Конструкция и основы управления беспилотных мехатронных систем» относится к части дисциплин, формируемых участниками образовательных отношений (Б1.В.08) основой профессиональной образовательной программы высшего образования (далее – ОПОП ВО).

Дисциплина обеспечивает расширение и углубление знаний, умений, навыков и компетенций, сформированных в ходе изучения дисциплин: "Технический сервис и хранение мехатронных систем в агроинженерии", "Инновационные технологии в агроинженерии с применением беспилотных мехатронных систем", "Цифровые системы, платформы и технологии в агропромышленном комплексе".

Дисциплина является основой для успешного прохождения различных видов практик, работе над выпускной квалификационной работой и в дальнейшем, при самостоятельной профессиональной деятельности.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Коды компетенций	Формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-3	Способен организовать монтаж, наладку и эксплуатацию машин и установок в сельскохозяйственном производстве	ПК-3.2. Производит расчеты и определяет потребности организации в сельскохозяйственной технике, эксплуатационных материалах, запасных частях	Знать: расчеты потребностей организации в беспилотной сельскохозяйственной технике, запасных частях связанных с мехатронными системами уметь: определять потребности в беспилотной сельскохозяйственной технике, расходных материалах, запасных частях связанных с мехатронными системами иметь навыки организации беспилотной сельскохозяйственной технике, эксплуатационных материалах, запасных частях связанных с мехатронными системами
		ПК-3.3. Планирует механизированные работы, распределяет техническое обслуживание и ремонт сельскохозяйственной техники по времени и месту проведения	Знать: планирование механизированные работы связанных с беспилотными мехатронными системами уметь: распределять техническое обслуживание и ремонт беспилотной сельскохозяйственной техники по времени и месту проведения связанных с мехатронными системами иметь навыки планирования беспилотных сельскохозяйственных работ, обслуживания сельскохозяйственной техники по времени и месту проведения запасных частях связанных с мехатронными системами
ПК-5	Способен организовать деятельность по эксплуатации беспилотных мехатронных систем агропромышленного комплекса	ПК-5.2. Способен обеспечить настройку и эксплуатацию беспилотных мехатронных систем	Знать: содержание и порядок выполнения настроечных работ и правил эксплуатации беспилотных мехатронных систем уметь: составлять технические задания на проектирование беспилотных мехатронных систем иметь навыки настройки отдельных модулей мехатронных систем, эксплуатации беспилотных мехатронных систем при решении конкретных производственных задач

3. Объём дисциплины и виды учебной работы

Виды работ	Очная форма обучения		Заочная форма обучения		Очно-заочная форма обучения
	всего зач.ед./ часов	объём часов	всего зач.ед./ часов	объём часов	всего
		7 семестр		5 семестр	
Общая трудоёмкость дисциплины, зач.ед./часов, в том числе:	6/216	6/216	6/216	6/216	-
Контактная работа, часов:	72	72	22	22	-
-лекции	30	30	8	8	-
-практические (семинарские) занятия	-	-	-	-	-
-лабораторные работы	42	42	14	14	-
Курсовая	+	+	-	-	-
Самостоятельная работа, часов	134	134	194	194	-
Контроль, часов	10	10	-	-	-
Вид промежуточной аттестации (зачёт, экзамен)	экзамен	экзамен	экзамен	экзамен	-

4. Содержание дисциплины

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план)

Раздел дисциплины (тема)	Л	ПЗ	ЛР	СРС
Очная форма обучения, 7 семестр				
Раздел 1. Конструкции БПЛА и Агроботов	16	-	22	72
Тема 1. Беспилотная авиация	4	-	2	16
Тема 2. Типы БПЛА и Агроботов. Конструирование аппаратов	4	-	2	16
Тема 3. Устройство БПЛА	4	-	16	24
Тема 4. Устройство Агроботов	4	-	2	16
Раздел 2. Основы управления БПЛА и Агроботов	14	-	20	62
Тема 5. Аэродинамика БПЛА	2	-	4	16
Тема 6. Авионика и система управления БПЛА	6	-	8	24
Тема 7. Полет БПЛА	4	-	6	16
Тема 8. Отраслевое применение БПЛА и Агроботов	2	-	2	6
Всего	30	-	42	134
Заочная форма обучения, 5 семестр				
Раздел 1. Конструкции БПЛА и Агроботов	4	-	8	90
Тема 1. Беспилотная авиация	1	-	1	20
Тема 2. Типы БПЛА и Агроботов. Конструирование аппаратов	1	-	1	20
Тема 3. Устройство БПЛА	1	-	4	30
Тема 4. Устройство Агроботов	1	-	2	20
Раздел 2. Основы управления БПЛА и Агроботов	4	-	6	104

Тема 5. Аэродинамика БПЛА	1	-	1	20
Тема 6. Авионика и система управления БПЛА	1	-	1	30
Тема 7. Полет БПЛА	1	-	2	20
Тема 8. Отраслевое применение БПЛА и Агроботов	1	-	2	20
Всего	8	-	14	194
Очно-заочная форма обучения				
-	-	-	-	-

4.2. Содержание разделов учебной дисциплины

Раздел 1. Конструкции БПЛА и Агроботов

Тема 1. Беспилотная авиация

Беспилотный воздушный транспорт. История беспилотной авиации. Государственная политика и правовое регулирование. Этика использования БПЛА.

Тема 2. Типы БПЛА и агроботов. Конструирование аппаратов

Авиаконструирование беспилотных аппаратов. Классификация БПЛА. Беспилотные самолеты. Беспилотные вертолеты. Коптеры. Гибридные и экспериментальные БПЛА. Беспилотные аэростаты.

Тема 3. Устройство БПЛА

Конструкция и фюзеляж. Крылья. Шасси. Силовые установки и винтомоторные группы. Электропитание и аккумуляторы. Приводы. Навесное оборудование и полезная нагрузка. Диагностика и техническое обслуживание БПЛА.

Тема 4. Устройство Агроботов

Полевая сельскохозяйственная роботизированная техника. Устройство, эксплуатация и управление Агробота R150. Роботы на полях: как автоматизируют сбор урожая. Роботизированные помощники для сбора ягод.

Раздел 2. Основы управления БПЛА и Агроботов

Тема 5. Аэродинамика БПЛА

Основы аэродинамики. Движение БПЛА. Тяга и лобовое сопротивление. Гравитация и подъемная сила. Аэродинамическое качество. Плавучесть аэростата.

Тема 6. Авионика и система управления БПЛА

Полетный контроллер. Программное обеспечение. Связь и телеметрия. Помехи и радиоэлектронная борьба (РЭБ). Навигационные системы. Автопилот и системы управления. Камеры, тепловизоры и компьютерное зрение.

Тема 7. Полет БПЛА

Управление полетом. Тангаж, планирование, пикирование, кабрирование. Крен, рысканье, повороты, виражи. Взлет и посадка. Групповой полет.

Тема 8. Отраслевое применение БПЛА

Назначение и приоритеты применения БПЛА. БПЛА в геодезии и картографии. Аэрофотосъемка и фотограмметрия. БПЛА в сельском хозяйстве и рыболовстве. Научное применение БПЛА.

4.3. Перечень тем лекций

№ п/п	Тема лекции	Объём, ч		
		форма обучения		
		очная	заочная	очно- заочная
7 семестр очной, 5 семестр заочной формы обучения				
Раздел 1. Конструкции БПЛА и Агроботов		16	4	-
Тема 1. Беспилотная авиация		4	1	-
1	Беспилотный воздушный транспорт. История беспилотной авиации.	2	0,5	-
2	Государственная политика и правовое регулирование. Этика использования БПЛА.	2	0,5	-
Тема 2. Типы БПЛА. Конструирование аппаратов		4	1	-
3	Авиаконструирование беспилотных аппаратов. Классификация БПЛА. Беспилотные самолеты. Беспилотные вертолеты.	2	0,5	-
4	Коптеры. Гибридные и экспериментальные БПЛА. Беспилотные аэростаты.	2	0,5	-
Тема 3. Устройство БПЛА и Агроботов		4	1	-
5	Конструкция и фюзеляж. Крылья. Шасси. Силовые установки и винтомоторные группы.	2	0,5	-
6	Электропитание и аккумуляторы. Приводы. Навесное оборудование и полезная нагрузка.	1	0,25	-
7	Диагностика и техническое обслуживание БПЛА.	1	0,25	-
Тема 4. Устройство Агроботов		4	1	-
8	Полевая сельскохозяйственная роботизированная техника. Устройство, эксплуатация Агробота R150.	2	0,5	-
9	Роботы на полях: как автоматизируют сбор урожая. Роботизированные помощники для сбора ягод.	2	0,5	-
Раздел 2. Основы управления БПЛА и Агроботов		14	4	-
Тема 5. Аэродинамика БПЛА		2	1	-
10	Основы аэродинамики. Движение БПЛА. Тяга и лобовое сопротивление.	1	0,5	-
11	Гравитация и подъемная сила. Аэродинамическое качество. Плавучесть аэростата.	1	0,5	-
Тема 6. Авионика и система управления БПЛА		6	1	-
12	Полетный контроллер. Программное обеспечение. Связь и телеметрия.	2	0,5	-
13	Помехи и радиоэлектронная борьба (РЭБ). Навигационные системы.	2	0,25	-
14	Автопилот и системы управления. Камеры, тепловизоры и компьютерное зрение.	2	0,25	-

Тема 7. Полет БПЛА		4	1	-
15	Управление полетом. Тангаж, планирование, пикирование, кабрирование.	2	0,5	-
16	Крен, рысканье, повороты, виражи. Взлет и посадка. Групповой полет.	2	0,5	-
Тема 8. Отраслевое применение БПЛА		2	1	-
17	Назначение и приоритеты применения БПЛА. БПЛА в геодезии и картографии. Аэрофотосъемка и фотограмметрия.	1	0,5	-
18	БПЛА в сельском хозяйстве и рыболовстве. Научное применение БПЛА.	1	0,5	-
Всего за семестр		30	8	-

4.4. Перечень тем практических (семинарских) занятий

Не предусмотрены.

4.5 Перечень тем лабораторных работ

№ п/п	Тема лабораторной работы	Объём, ч		
		форма обучения		
		очная	заочная	очно- заочная
7 семестр очной, 5 семестр заочной формы обучения				
Раздел 1. Конструкции БПЛА и Агроботов		22	8	-
Тема 1. Беспилотная авиация		2	1	-
1	Виды беспилотного воздушного транспорта	2	1	-
Тема 2. Типы БПЛА. Конструирование аппаратов		2	1	-
2	Беспилотные методы дистанционного зондирования в сельском хозяйстве	2	1	-
Тема 3. Устройство БПЛА		16	4	-
3	Устройство конструкций БпЛА коптерного типа	4	1	-
4	Устройство и эксплуатация БПЛА PHANTOM 4	2	0,5	-
5	Устройство и эксплуатация БПЛА MAVIC 2	2	0,5	-
6	Устройство и эксплуатация агродронов AGRAS Т 10, AGRAS Т 40	2	0,5	-
7	Устройство и эксплуатация агродрона JOYANCE	2	0,5	-
8	Устройство и эксплуатация агродрона JYI C10 (E416P)	4	1	-
Тема 4. Устройство Агроботов		2	2	-
9	Устройство, эксплуатация Агробота R150	2	2	-

№ п/п	Тема лабораторной работы	Объём, ч		
		форма обучения		
		очная	заочная	очно- заочная
Раздел 2. Основы управления БПЛА и Агроботов		20	6	-
Тема 5. Аэродинамика БПЛА		4	1	-
10	Пилотирование FPV -дронов на тренажере	2	0,5	-
11	Пилотирование агродрона JJYI C10 (E416P) на тренажере	2	0,5	-
Тема 6. Авионика и система управления БПЛА		8	2	-
12	Основы распространения радиоволн. Диапазоны частот FPV-дронов. Аппаратура управления БПЛА	2	0,5	-
13	Система передачи и приема видеосигнала FPV-дронов. Антенны FPV-дронов. Радиобезопасность.	2	0,5	-
14	Порядок подготовки оператора FPV-дрона к полету и учет эксплуатационных ограничений БПЛА	2	0,5	-
15	Управление Агроботом R150	2	0,5	-
Тема 7. Полет БПЛА		6	2	-
16	Сборка FPV-дрона и подготовка к полету	2	0,5	-
17	Подготовка FPV-дрона к работе и настройка каналов управления	2	0,5	-
18	Пилотирование агродрона JJYI C10 (E416P)	2	1	-
Тема 8. Отраслевое применение БПЛА и Агроботов		2	1	-
19	Опрыскивание агродроном JJYI C10 (E416P)	2	1	-
Всего		42	6	-

4.6. Виды самостоятельной работы студентов и перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

4.6.1. Подготовка к аудиторным занятиям

Материалы лекций являются основой для изучения теоретической части дисциплины и подготовки студента к практическим занятиям.

При подготовке к аудиторным занятиям студент должен:

- изучить рекомендуемую литературу;
- просмотреть самостоятельно дополнительную литературу по изучаемой теме.

Основной целью практических занятий является изучение отдельных наиболее сложных и интересных вопросов в рамках темы, а также контроль за степенью усвоения пройденного материала и ходом выполнения студентами самостоятельной работы.

4.6.2 Перечень тем курсовых работ (проектов)

Направление 1: Эксплуатация, техническое обслуживание и доработка БПЛА для агропромышленного комплекса (АПК):

1. Разработка и обоснование регламентов технического обслуживания мультироторного БПЛА в условиях сельскохозяйственного предприятия.
2. Анализ надежности и разработка мер по повышению эксплуатационной готовности беспилотного авиационного комплекса на базе БПЛА самолетного типа для мониторинга сельхозугодий.
3. Проектирование и изготовление полезной нагрузки (подвеса) для внесения жидких микробных препаратов и биоудобрений с использованием БПЛА.
4. Сравнительный анализ энергетических установок (электрических vs двигателей внутреннего сгорания) для БПЛА сельскохозяйственного назначения и оценка их экономической эффективности.
5. Разработка методики поверки и калибровки мультиспектральных камер, установленных на БПЛА, для обеспечения достоверности данных в агромониторинге.
6. Оценка влияния метеоусловий (ветер, температура, влажность) на эксплуатационные характеристики БПЛА при выполнении агротехнических операций.

Направление 2: Технологии применения БПЛА в точном земледелии и агрономии

1. Разработка технологии дифференцированного внесения средств защиты растений с использованием беспилотных летательных аппаратов на основе карт вегетации.
2. Оценка эффективности использования БПЛА для ультрамалообъемного опрыскивания (УМО) посевов в борьбе с болезнями и вредителями.
3. Мониторинг водного режима сельскохозяйственных культур с использованием тепловизионных камер, установленных на БПЛА, и планирование поливных мероприятий.
4. Разработка методики оперативного выявления очагов эрозии почв и повреждения посевов дикими животными с применением БПЛА.
5. Применение данных БПЛА для создания цифровых моделей рельефа (ЦМР) высокого разрешения и проектирования системы поверхностного водоотвода на пахотных землях.

Направление 3: Интеграция данных БПЛА с другими системами и наземными роботизированными комплексами

1. Разработка программно-аппаратного комплекса для передачи данных с БПЛА в режиме, близком к реальному времени, для оперативного принятия агрономических решений.
2. Проектирование системы взаимодействия беспилотного авиационного и наземного роботизированного комплекса для адресного внесения удобрений.
3. Интеграция данных мультиспектральной съемки с БПЛА с бортовыми системами сельскохозяйственной техники (например, дифференцированный посев).
4. Использование фотограмметрических данных с БПЛА для корректировки маршрутов движения автономных наземных сельскохозяйственных агрегатов.
5. Разработка методики использования БПЛА для инвентаризации и мониторинга состояния мелиоративной сети на сельскохозяйственных землях.

4.6.3. Перечень тем рефератов, расчетно-графических работ

Не предусмотрены.

4.6.4. Перечень тем и учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Тема лекции	Учебно-методическое обеспечение	Объём, ч		
			форма обучения		
			очная	заочная	очно- заочная
7 семестр очной, 5 семестр заочной формы обучения					
Раздел 1. Конструкции БПЛА и Агроботов			72	90	-
Тема 1. Беспилотная авиация		Проворов, И. С. Беспилотные летательные аппараты: учебник для вузов / И. С. Проворов. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 152 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20811-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/581538 (дата обращения: 28.10.2025).	16	20	-
1	Беспилотный воздушный транспорт. История беспилотной авиации.		8	10	-
2	Государственная политика и правовое регулирование. Этика использования БПЛА.		8	10	-
Тема 2. Типы БПЛА. Конструирование аппаратов		Проворов, И. С. Беспилотные летательные аппараты: учебник для вузов / И. С. Проворов. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 152 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20811-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/581538 (дата обращения: 28.10.2025).	16	20	-
3	Авиаконструирование беспилотных аппаратов. Классификация БПЛА. Беспилотные самолеты. Беспилотные вертолеты.		8	10	-
4	Коптеры. Гибридные и экспериментальные БПЛА. Беспилотные аэростаты.		8	10	-
Тема 3. Устройство БПЛА и Агроботов		Проворов, И. С. Беспилотные летательные аппараты : учебник для вузов / И. С. Проворов. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 152 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20811-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/581538 (дата обращения: 28.10.2025).	24	30	-

5	Конструкция и фюзеляж. Крылья. Шасси. Силовые установки и винтомоторные группы.	8	10	-
6	Электропитание и аккумуляторы. Приводы. Навесное оборудование и полезная нагрузка.	8	10	-
7	Диагностика и техническое обслуживание БПЛА.	8	10	-
Тема 4. Устройство Агроботов		16	20	-
Труфляк, Е. В. Беспилотные технические средства в сельском хозяйстве : учебное пособие для вузов / Е. В. Труфляк. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 84 с. — ISBN 978-5-507-51493-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/450731 (дата обращения: 04.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.				
8	Полевая сельскохозяйственная роботизированная техника. Устройство, эксплуатация Агробота R150.	8	10	-
9	Роботы на полях: как автоматизируют сбор урожая. Роботизированные помощники для сбора ягод.	8	10	-
Раздел 2. Основы управления БПЛА и Агроботов		62	104	-
Тема 5. Аэродинамика БПЛА		16	20	-
Проворов, И. С. Беспилотные летательные аппараты : учебник для вузов / И. С. Проворов. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 152 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20811-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/581538 (дата обращения: 28.10.2025).				
10	Основы аэродинамики. Движение БПЛА. Тяга и лобовое сопротивление.	8	10	-
11	Гравитация и подъемная сила. Аэродинамическое качество. Плавуность аэростата.	8	10	-
Тема 6. Авионика и система управления БПЛА		24	30	-
Проворов, И. С. Беспилотные летательные аппараты : учебник для вузов / И. С. Проворов. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 152 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20811-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/581538 (дата обращения: 28.10.2025).				
12	Полетный контроллер. Программное обеспечение. Связь и телеметрия.	8	24	-
13	Помехи и радиоэлектронная борьба (РЭБ). Навигационные системы.	8	10	-

14	Автопилот и системы управления. Камеры, тепловизоры и компьютерное зрение.		8	10	
	Тема 7. Полет БПЛА	<i>Проворов, И. С.</i> Беспилотные летательные аппараты : учебник для вузов / И. С. Проворов. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 152 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20811-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/581538 (дата обращения: 28.10.2025).	16	20	-
15	Управление полетом. Тангаж, планирование, пикирование, кабрирование.		8	10	-
16	Крен, рысканье, повороты, виражи. Взлет и посадка. Групповой полет.		8	10	-
	Тема 8. Отраслевое применение БПЛА	<i>Проворов, И. С.</i> Беспилотные летательные аппараты : учебник для вузов / И. С. Проворов. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 152 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20811-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/581538 (дата обращения: 28.10.2025).	6	20	-
17	Назначение и приоритеты применения БПЛА. БПЛА в геодезии и картографии. Аэрофотосъемка и фотограмметрия.		4	10	-
18	БПЛА в сельском хозяйстве и рыболовстве. Научное применение БПЛА.		2	10	-
	Всего за семестр		134	194	-

4.6.5. Другие виды самостоятельной работы студентов

Не предусмотрены.

4.7. Перечень тем и видов занятий, проводимых в интерактивной форме

Не предусмотрены.

5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Полное описание фонда оценочных средств текущей и промежуточной аттестации обучающихся с перечнем компетенций, описанием показателей и критериев оценивания компетенций, шкал оценивания, типовые контрольные задания и методические материалы представлены в приложении 3 к настоящей программе.

6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

№п/п	Автор, название, место издания, изд-во, год издания, количество страниц	Кол-во экз. в библиот.
1.	Проворов, И. С. Беспилотные летательные аппараты : учебник для вузов / И. С. Проворов. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 152 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20811-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/581538 (дата обращения: 10.04.2025).	1
2.	Дроны и их пилотирование. С чего начать / Н.Л. Астахова, В.А. Лукашов. - СПб.: БХВ-Петербург, 2021. - 224с.: ил.	1

6.1.2. Дополнительная литература

№ п/п	Автор, название, место издания, изд-во, год издания, количество страниц
1.	Ковалёв, М. А. Беспилотные летательные аппараты вертикального взлета: сборка, настройка и программирование : учебное пособие / М. А. Ковалёв, Д. Н. Овакимян. - Самара : Самарский университет, 2024. — 96 с. — ISBN 978-5-7883-2031-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/480347 (дата обращения: 10.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2.	Ананьев А.В., Булгаков М.А., Волобуев М.Ф., Вышлов О.С., Долгов А.А., Кравцов Е.В., Ледовских Д.Н., Рыжков А.С., Семка В.В., Филимонов А.М., Щуров С.В., Щербаков А.А. Эксплуатация и применение беспилотных летательных аппаратов (FPV-дронов): Учебное пособие. – Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2023 г. – 235 с., ил. https://vk.com/doc519092903_683634733?hash=YDr dhFb0kIStr0cAonzePbb9d5vt7E8dU5bpsByU8dg&dl=NmxM4UxFtFL4KKJEj31jQGRBJoj9OM5ZXd778qJvUSz&api=1&no_preview=1 (дата обращения: 10.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3.	Ковалёв М.А. Беспилотные летательные аппараты вертикального взлета: сборка, настройка и программирование: учебное пособие / М.А. Ковалёв, Д.Н. Овакимян. — Самара: Издательство Самарского университета, 2023. — 96 с. https://djvu.online/file/EX5cPO9PiRAiL?ysclid=mhloduos5y621817151 (дата обращения: 10.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.1.3. Периодические издания

Периодические издания при изучении дисциплины не предусмотрены.

6.1.4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

№п/п	Автор, название, место издания, изд-во, год издания, количество страниц
1.	Труфляк, Е. В. Беспилотные технические средства в сельском хозяйстве : учебное пособие для вузов / Е. В. Труфляк. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 84 с. — ISBN 978-5-507-51493-9. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/450731 (дата обращения: 06.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

№п/п	Название интернет-ресурса, адрес и режим доступа
1.	Википедия – свободная энциклопедия. [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki (дата обращения: 10.04.2025).
2.	Федеральное агентство по науке и инновациям. http://www.fasi.gov.ru/ (дата обращения: 10.04.2025).
3.	Министерство сельского хозяйства РФ http://www.mcх.ru/ (дата обращения: 10.04.2025).
4.	Агропромышленный комплекс. Новости агротехники, агрохимии, животноводства, растениеводства, переработки сельхозпродукции и т.д. Отраслевая доска объявлений. Календарь выставок. Блоги. http://www.agro.ru/news/main.aspx (дата обращения: 10.04.2025).
5.	Центральная научная сельскохозяйственная библиотека http://www.cnsnb.ru/ (дата обращения: 10.04.2025).
6.	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн». [Электронный ресурс]. URL: https://biblioclub.ru/ (дата обращения: 10.04.2025).
7.	Научная электронная библиотека «e-Library». [Электронный ресурс]. URL: https://elibrary.ru/ (дата обращения: 10.04.2025).

6.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

6.3.1. Компьютерные обучающие и контролирующие программы

№ п/п	Вид учебного занятия	Наименование программного обеспечения	Функция программного обеспечения		
			контроль	моделирующая	обучающая
1	Лабораторные	http://moodle.lnau.ru	+	-	+
2	Лекционные, практические занятия, самостоятельная работа	http://moodle.lnau.ru	+	+	+

6.3.2. Аудио- и видеопособия

Не предусмотрены.

6.3.3. Компьютерные презентации учебных курсов

Не предусмотрены.

7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения занятий	Перечень основного оборудования, приборов и материалов
1.	1М-106 – учебная аудитория для проведения лабораторных и практических занятий	Стол приставной – 13 шт., стул – 1 шт., стул ученический – 24 шт., доска – 1 шт., оборудование: стенд д/испыт.распылит – 1 шт., тахометр электронный – 1 шт.
2.	3М-103 – учебная аудитория для проведения лабораторных и практических занятий	Стол аудиторный – 6 шт., стол двухместный – 15 шт., стол простой – 7 шт., стол-парта – 2 шт., стул – 20 шт., доска ученическая – 1 шт., трибуна большая – 1 шт., сетка ограничения полетов БПЛА - 1 шт.,
5.	1М-104 - учебная аудитория для проведения симуляций управления аппаратов вертикального взлета	Стол преподавательский, стол аудиторный – 4 шт., стулья простые – 4 шт., ПК - 3 шт., огнетушители – 1 шт., стеллаж деревянный – 1 шт.
	1М-105 - учебная аудитория для проведения конструирования сельскохозяйственных роботов	Паяльный стол - 1 шт., стол двухместный – 3 шт., стул – 6 шт., сверлильный станок - 1 шт., токарный станок - 1 шт., шкаф металлический - 3 шт., стенд испытательный - 1 шт.
6.	1М-307 – учебная аудитория для проведения лабораторных и практических занятий	Специализированная мебель на 30 посадочных мест.; вешалка – 1 шт., стол одностумбовый – 1 шт., стол аудиторный – 12 шт., стул – 27 шт., доска – 1 шт.
7.	1М-308 – учебная аудитория для проведения лабораторных и практических занятий	Стол простой – 2 шт., стол аудиторный – 12 шт., стол двухтумбовый – 1 шт., стул – 25 шт., плакаты, трибуна малая – 1 шт., кабинет с.-х. машин – 1 шт., доска – 1 шт.

8. Междисциплинарные связи

Протокол согласования рабочей программы с другими дисциплинами

Наименование дисциплины, с которой проводилось согласование	Кафедра, с которой проводилось согласование	Предложения об изменениях в рабочей программе. Заключение об итогах согласования
Сельскохозяйственные машины	Сельскохозяйственных машин	согласовано
Геоинформационные и навигационные системы в агропромышленном комплексе	Кадастр недвижимости и геодезии	согласовано

Лист изменений рабочей программы

Номер изменения	Номер протокола заседания кафедры и дата	Страницы с изменениями	Перечень откорректированных пунктов	Подпись заведующего кафедрой

Лист периодических проверок рабочей программы

Должностное лицо, проводившее проверку Ф.И.О., должность, подпись	Дата	Потребность в корректировке	Перечень пунктов, стр., разделов, требующих изменений

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ К.Е. ВОРОШИЛОВА»**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине «Конструкция и основы управления беспилотных
мехатронных систем»

Направление подготовки: 35.03.06 Агроинженерия

Направленность (профиль): Эксплуатация и обслуживание беспилотных роботехнических систем авиационного и наземного типов

Уровень профессионального образования: бакалавриат

Год начала подготовки: 2025

1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ, СООТНЕСЕННЫХ С ИНДИКАТОРАМИ ДОСТИЖЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения	Наименование модулей и (или) разделов дисциплины	Наименование оценочного средства	
						Текущий контроль	Промежуточная аттестация
ПК-3	Способен организовать монтаж, наладку и эксплуатацию машин и установок в сельскохозяйственном производстве	ПК-3.2. Производит расчеты и определяет потребности организации в сельскохозяйственной технике, эксплуатационных материалах, запасных частях	Первый этап (пороговый уровень)	Знать: расчеты потребностей организации в беспилотной сельскохозяйственной технике, запасных частях связанных с мехатронными системами	Раздел 1. Конструкции БПЛА и Агроботов	Тесты закрытого типа	Экзамен
			Второй этап (продвинутый уровень)	Уметь: определять потребности в беспилотной сельскохозяйственной технике, расходных материалах, запасных частях связанных с мехатронными системами	Раздел 1. Конструкции БПЛА и Агроботов	Тесты открытого типа (вопросы для опроса)	Экзамен
			Третий этап (высокий уровень)	Иметь навыки организации беспилотной сельскохозяйственной технике, эксплуатационных материалах, запасных частях связанных с мехатронными системами	Раздел 1. Конструкции БПЛА и Агроботов	Практические задания	Экзамен

Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения	Наименование модулей и (или) разделов дисциплины	Наименование оценочного средства	
						Текущий контроль	Промежуточная аттестация
ПК-3	Способен организовать монтаж, наладку и эксплуатацию машин и установок в сельскохозяйственном производстве	ПК 3.3. Планирует механизированные работы, распределяет техническое обслуживание и ремонт сельскохозяйственной техники по времени и месту проведения	Первый этап (пороговый уровень)	Знать: планирование механизированные работы связанных с беспилотными мехатронными системами	Раздел 2. Основы управления БПЛА и Агроботов	Тесты закрытого типа	Экзамен
			Второй этап (продвинутый уровень)	Уметь: распределять техническое обслуживание и ремонт беспилотной сельскохозяйственной техники по времени и месту проведения связанных с мехатронными системами	Раздел 2. Основы управления БПЛА и Агроботов	Тесты открытого типа (вопросы для опроса)	Экзамен
			Третий этап (высокий уровень)	Иметь навыки планирования беспилотных сельскохозяйственных работ, обслуживания сельскохозяйственной техники по времени и месту проведения запасных частях связанных с мехатронными системами	Раздел 2. Основы управления БПЛА и Агроботов	Практические задания	Экзамен

Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения	Наименование модулей и (или) разделов дисциплины	Наименование оценочного средства	
						Текущий контроль	Промежуточная аттестация
ПК-5	Способен организовать деятельность по эксплуатации беспилотных мехатронных систем агропромышленного комплекса	ПК-5.2. Способен обеспечить настройку и эксплуатацию беспилотных мехатронных систем	Первый этап (пороговый уровень)	Знать: содержание и порядок выполнения настроечных работ и правил эксплуатации беспилотных мехатронных систем	Раздел 2. Основы управления БПЛА и Агроботов	Тесты закрытого типа	Экзамен
			Второй этап (продвинутый уровень)	Уметь: составлять технические задания на проектирование беспилотных мехатронных систем	Раздел 2. Основы управления БПЛА и Агроботов	Тесты открытого типа (вопросы для опроса)	Экзамен
			Третий этап (высокий уровень)	Иметь навыки настройки отдельных модулей мехатронных систем, эксплуатации беспилотных мехатронных систем при решении конкретных производственных задач	Раздел 2. Основы управления БПЛА и Агроботов	Практические задания	Экзамен

2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде	Критерии оценивания	Шкала оценивания
1.	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая измерить уровень знаний.	Тестовые задания	В тесте выполнено 90-100% заданий	Оценка «Отлично» (5)
				В тесте выполнено более 75-89% заданий	Оценка «Хорошо» (4)
				В тесте выполнено 60-74% заданий	Оценка «Удовлетворительно» (3)
				В тесте выполнено менее 60% заданий	Оценка «Неудовлетворительно» (2)
				Большая часть определений не представлена, либо представлена с грубыми ошибками.	Оценка «Неудовлетворительно» (2)
2.	Опрос	Форма работы, которая позволяет оценить кругозор, умение логически построить ответ, умение продемонстрировать монологическую речь и иные коммуникативные навыки. Устный опрос обладает большими возможностями воспитательного воздействия, создавая условия для неформального общения.	Вопросы к опросу	Продемонстрированы предполагаемые ответы; правильно использован алгоритм обоснований во время рассуждений; есть логика рассуждений.	Оценка «Отлично» (5)
				Продемонстрированы предполагаемые ответы; есть логика рассуждений, но неточно использован алгоритм обоснований во время рассуждений и не все ответы полные.	Оценка «Хорошо» (4)
				Продемонстрированы предполагаемые ответы, но неправильно использован алгоритм обоснований во время рассуждений; отсутствует логика рассуждений; ответы не полные.	Оценка «Удовлетворительно» (3)
				Ответы не представлены.	Оценка «Неудовлетворительно» (2)
3.	Практические задания	Направлено на овладение методами и методиками изучаемой дисциплины. Для решения предлагается решить конкретное задание (ситуацию) без применения математических расчетов.	Практические задания	Продемонстрировано свободное владение профессионально-понятийным аппаратом, владение методами и методиками дисциплины. Показаны способности самостоятельного мышления, творческой активности. Задание выполнено в полном объеме.	Оценка «Отлично» (5)
				Продемонстрировано владение профессионально-понятийным аппаратом, при применении методов и методик дисциплины незначительные неточности, показаны способности самостоятельного мышления, творче-	Оценка «Хорошо» (4)

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде	Критерии оценивания	Шкала оценивания
				ской активности. Задание выполнено в полном объеме, но с некоторыми неточностями.	
				Продemonстрировано владение профессионально-понятийным аппаратом на низком уровне; допускаются ошибки при применении методов и методик дисциплины. Задание выполнено не полностью.	Оценка «Удовлетворительно» (3)
				Не продемонстрировано владение профессионально-понятийным аппаратом, методами и методиками дисциплины. Задание не выполнено.	Оценка «Неудовлетворительно» (2)
	Курсовая работа	Самостоятельная творческая работа студента, в рамках которой происходит овладение методами современных научных исследований, углублённое изучение какой-либо проблемы, темы, раздела дисциплины (включая изучение литературы).	Тематика курсовых работ	В работе и на ее защите показаны глубокие знания темы, умение выделить главное, сформулировать выводы, владение навыками творческого подхода по использованию и самостоятельного анализа современных аспектов проблемы. Обобщены фактические материалы, сделаны интересные выводы и предложены направления решения исследуемой проблемы. Правильно, в соответствии с требованиями оформлена работа. При необходимости представлен презентационный материал. Все задания выполнены в полном объеме.	Оценка «Отлично» (5)
				В работе и на ее защите показано полное знание материала, умение выделить главное, все-сторонне осветить вопросы темы, но проявлено недостаточно творческое отношение к работе, имеются незначительные ошибки в её оформлении. Все задания выполнены в полном объеме.	Оценка «Хорошо» (4)
				В работе и на ее защите правильно раскрыты основные вопросы избранной темы, показаны знания темы, но наблюдаются затруднения в логике изложения материала, допущены те или иные неточности, умение выделить главное в полной мере не проявлено, работа оформлена с ошибками. Задание выполнено не в пол-	Оценка «Удовлетворительно» (3)

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде	Критерии оценивания	Шкала оценивания
				ном объеме.	
				Курсовая работа не выполнена.	Оценка «Неудовлетворительно» (2)
4.	Экзамен	Контрольное мероприятие, которое проводится по окончании изучения дисциплины.	Вопросы к экзамену	<p>Показано знание теории вопроса, понятийно-терминологического аппарата дисциплины; умение анализировать проблему, содержательно и стилистически грамотно излагать суть вопроса; глубоко понимать материал; владение аналитическим способом изложения вопроса, научных идей; навыками аргументации и анализа фактов, событий, явлений, процессов.</p> <p>Выставляется обучающемуся, полно, подробно и грамотно ответившему на вопросы билета и вопросы экзаменатора.</p>	Оценка «Отлично» (5)
				<p>Показано знание основных теоретических положений вопроса; умение анализировать явления, факты, действия в рамках вопроса; содержательно и стилистически грамотно излагать суть вопроса, но имеет место недостаточная полнота ответов по излагаемому вопросу. Пр продемонстрировано владение аналитическим способом изложения вопроса и навыками аргументации.</p> <p>Выставляется обучающемуся, полностью ответившему на вопросы билета и вопросы экзаменатора, но допустившему при ответах незначительные ошибки, указывающие на наличие несистемности и пробелов в знаниях.</p>	Оценка «Хорошо» (4)
				<p>Показано знание теории вопроса фрагментарно (неполнота изложения информации; оперирование понятиями на бытовом уровне); умение выделить главное, сформулировать выводы, показать связь в построении ответа не продемонстрировано. Владение аналитическим способом изложения вопроса и владение навыками аргументации не продемонстрировано.</p> <p>Обучающийся допустил существенные ошибки при ответах на вопросы билетов и вопросы экзаменатора.</p>	Оценка «Удовлетворительно» (3)
				Знание понятийного аппарата,	Оценка «Не-

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде	Критерии оценивания	Шкала оценивания
				теории вопроса, не продемонстрировано; умение анализировать учебный материал не продемонстрировано; владение аналитическим способом изложения вопроса и владение навыками аргументации не продемонстрировано. Обучающийся не ответил на один или два вопроса билета и дополнительные вопросы экзаменатора.	<i>удовлетворительно» (2)</i>

3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Оценочные средства для проведения текущего контроля

Текущий контроль осуществляется преподавателем дисциплины при проведении занятий в форме тестовых заданий, устного опроса и практических заданий.

ПК-3 Способен организовать монтаж, наладку и эксплуатацию машин и установок в сельскохозяйственном производстве

ПК-3.2. Производит расчеты и определяет потребности организации в сельскохозяйственной технике, эксплуатационных материалах, запасных частях

Первый этап (пороговой уровень) – показывает сформированность показателя компетенции «знать»: расчеты потребностей организации в беспилотной сельскохозяйственной технике, запасных частях связанных с мехатронными системами.

Тестовые задания закрытого типа

1. Какая система предотвращает столкновения БЛА с препятствиями? (выберите один вариант ответа)?

- а) INS
- б) система избегания столкновений (collision avoidance system)
- в) GPS
- г) система дистанционного управления

2. Какой вид электродвигателя выдаёт наибольшее число оборотов ...(выберите один вариант ответа)?

- а) Коллекторный
- б) Шаговый
- в) Нет правильного ответа

3. Что наиболее важно учитывать при выборе регулятора скорости двигателей ... (выберите один вариант ответа)?

- а) Их подключение
- б) Двигатели с которыми они будут работать
- в) Их рабочий ток
- г) Их напряжение.

4. Какой тип аккумуляторов наиболее часто используется в современных БЛА? (выберите один вариант ответа)?

- а) никель-кадмиевые (NiCd)
- б) литий-ионные (Li-ion)
- в) свинцово-кислотные
- г) никель-металлогидридные (NiMH)

5. Где стоит ставить маршрутный контроллер? ... (выберите один вариант ответа)?

- а) По центру рамы
- б) В любом месте
- в) Нужно поставить оптимально, так чтобы дотягивались все провода

Ключи

1.	б
2.	а
3.	б
4.	б
5.	в

6. Прочитайте текст и установите соответствие

Выберите верный порядок действий построения и привязки модели к местности в программе обработки данных аэрофотосъемки:

- а) построение полигональной модели
- б) привязка модели к местности
- в) построение грубой модели

Ключ

6.	в,б,а
----	-------

Второй этап (продвинутый уровень) – показывает сформированность показателя компетенции «уметь»: определять потребности в беспилотной сельскохозяйственной технике, расходных материалах, запасных частях связанных с мехатронными системами.

Задания закрытого типа (вопросы для опроса):

- 1. Дайте определение инерциальной навигационной системы (INS)
- 2. Раскройте понятие множественное резервирование каналов связи
- 3. Какая технология наиболее распространена для создания 3D моделей БЛА
- 4. Что такое "крейсерская скорость" БЛА?
- 5. Система управления которая используется для стабилизации полета БЛА

Ключи

1.	Система, использующая инерционные датчики для отслеживания положения и движения
2.	Метод используется для повышения надежности передачи данных между БЛА и наземной станцией
3.	САПР (CAD)
4.	Оптимальная скорость для экономии топлива и ресурсов
5.	Автопилот

Третий этап (высокий уровень) – показывает сформированность показателя компетенции «владеть»: навыками организации беспилотной сельскохозяйственной техники, эксплуатационных материалах, запасных частях связанных с мехатронными системами.

Практические задания:

- 1. Опишите как выполняется частичная сборка рамы FPVдрона
- 2. Опишите как выполняется установка двигателей на FPVдрон
- 3. Опишите как выполняется установка камеры и цифрового видеопередатчика на FPVдрон
- 4. Опишите как выполняется пайка питающих проводов и разъемов FPVдрона
- 5. Опишите как выполняется установка регулятора оборотов 4 в 1 FPVдрона

Ключи

1.	Сборка рамы начинается с нижней части и лучей
----	---

2.	Электродвигатели устанавливаются на концы каждого луча на верхней части. Питающие и сигнальные провода должны быть направлены в центр квадрокоптера. Также провода необходимо закрепить с помощью изоляционной ленты для их защиты.
3.	Камера заранее соединена с видеопередатчиком. Тем не менее, к видеопередатчику нужно припаять соединительные провода, которые впоследствии крепятся к полетному контроллеру. Расположение проводов и контактных площадок обычно представлено в инструкции к видеопередатчику. Самое важное – не перепутать расположение проводов черного и красного цвета.
4.	Питающие кабели вначале спаиваются с разъемом. Важно не перепутать: красный провод – плюс, черный провод – минус.
5.	Регуляторы оборотов устанавливаются на заранее подготовленные при сборке рамы болты. В качестве прокладки между платой и металлическим болтом используется резиновая стойка. Она служит виброизолятором и не проводит электрический ток. Далее проводится пайка выводов электродвигателей с регулятором оборотов. Осуществляется лужение контактных площадок на регуляторе оборотов. Далее провода, идущие от двигателей, обрезаются, зачищаются и проходят лужение. Желательно обрезать провода таким образом, чтобы они не болтались, но в то же время не были чересчур натянутыми. Провода припаиваются к луженым контактным площадкам последовательно.

ПК-3 Способен организовать монтаж, наладку и эксплуатацию машин и установок в сельскохозяйственном производстве

ПК 3.2. Производит расчеты и определяет потребности организации в сельскохозяйственной технике, эксплуатационных материалах, запасных частях

Первый этап (пороговой уровень) – показывает сформированность показателя компетенции «знать»: расчеты потребностей организации в беспилотной сельскохозяйственной технике, запасных частях связанных с мехатронными системами.

Тестовые задания закрытого типа

1. Чем можно осуществить прозвон электрической проводки устройства? (выберите один вариант ответа)

- а) мультиметром
- б) аккумулятором
- в) пальцами

2. Какой тип миссий чаще всего требует наличия камеры на борту БЛА? (выберите один вариант ответа)

- а) доставка грузов
- б) метеорологический мониторинг
- в) аэрофотосъемка +
- г) геолокация

3. Какие операции включает регламентированная подготовка беспилотных мехатронных систем? (выберите один вариант ответа)

- а) контрольный осмотр и устранение неисправностей, выявленных в её процессе;
- б) контрольный запуск аппарата;
- в) полная разборка и диагностика аппарата.

4. Какие датчики чаще всего используются для определения высоты полета БЛА? (выберите один вариант ответа)

- а) гироскопы
- б) барометрические датчики
- в) температурные датчики
- г) магнитометры

5. Выберите способ утилизации аккумуляторов (выберите один вариант ответа):

- а) выбросить в мусорный контейнер
- б) сдать в специализированную организацию или выбросить в специальный мусорный контейнер
- в) закопать вдали от жилья

Ключи

1.	а
2.	в
3.	а
4.	б
5.	б

6. Прочитайте текст и установите соответствие

В общем виде сборка FPV-дрона осуществляется в следующей последовательности

1	окончательная сборка рамы и фиксирование проводки и компонентов дрона, подключение аккумуляторной батареи.
2	сопряжение передатчика пульта управления с приемником, установка камеры, видеопередатчика, сигнализатора и другого периферийного оборудования.
3	установка и подключение приемника, настройка пульта управления.
4	монтаж электрической проводки и подключение PDB, установка полетного контроллера.
5	сборка рамы, установка двигателей и электронных регуляторов оборотов.

Запишите в таблицу выбранные буквы под соответствующими цифрами

1	2	3	4	5
5	4	3	2	1

Второй этап (продвинутый уровень) – показывает сформированность показателя компетенции «уметь»: определять потребности в беспилотной сельскохозяйственной технике, расходных материалах, запасных частях связанных с мехатронными системами.

Задания закрытого типа (вопросы для опроса):

1. Какая система обеспечивает передачу команд и данных между БЛА и наземной станцией?
2. Что такое "радиус действия" БЛА?
3. Что такое "миссия" в контексте использования БЛА?
4. Какие параметры определяют эффективность силовой установки БЛА?
5. Какой метод используется для стабилизации полета БЛА в ветреных условиях?

Ключи

1.	Радиоканал связи
2.	Максимальное расстояние, на которое БЛА может отдалиться от оператора
3.	Программа полета и задания, выполняемые БЛА

4.	КПД и потребление энергии
5.	Использование гироскопических датчиков и автопилота

Третий этап (высокий уровень) – показывает сформированность показателя компетенции «владеть»: навыками организации беспилотной сельскохозяйственной техники, эксплуатационных материалах, запасных частях связанных с мехатронными системами.

Практические задания:

1. Укажите последовательность измерения уровня радиосигнала FPV дрона
2. Опишите как проводится установка полетного контроллера FPV дрона
3. Опишите как проводится установка приемника управляющего сигнала FPV дрона
4. Опишите как проводится пайка приемника управляющего сигнала с полетным контроллером FPV дрона
5. Опишите как проводится укладка и изоляция проводов FPV дрона

Ключи

1.	– эталонную антенну подключаем к передатчику, тестируемую антенну – к RC-метру; – измеряем относительный уровень приема на входе RC-метра; – выбираем антенну, обеспечивающую максимальные показания RC- метра.
2.	Полетный контроллер устанавливается над регуляторами оборотов. Для этого также используются резиновые стойки. Необходимо следить, чтобы элементы полетного контроллера не касались регулятора оборотов 4 в 1 и неизолированных проводов.
3.	Перед тем как установить и паять приемник управляющего сигнала, на него нужно установить необходимое программное обеспечение, как говорят «прошить». Приемник устанавливается в задней части рамы квадрокоптера. Его антенны помещаются в специальные отверстия, расположенные на креплении для антенн.
4.	С приемником в комплекте поставляется необходимый набор проводов и документация, в которой указаны назначения и наименования его выводов. Провода, соответствующие выводам приемника, необходимо спаять с контактными площадками, расположенными на полетном контроллере. Контактные площадки подписаны. В данном случае действуем по следующей схеме: провода GND, 5V, SBUS, SPORT паяются к контактным площадкам GND, 5V, SBUS, TX соответственно. Далее приемник необходимо изолировать с помощью термоусадочной трубки или изоленты. Контактные площадки, к которым припаяны провода, также необходимо изолировать. Сделать это можно с помощью термоклея.
5.	Перед укладкой кабеля необходимо скрутить. Также можно поместить их в оплетку. Важно изолировать все оголенные места и закрепить кабели так, чтобы они не выходили за границы рамы, не пережимались частями рамы, не закрывали кнопки и разъемы, расположенные на полетном контроллере и видеопередатчике. После завершения укладки проводов допускается зафиксировать их с помощью термоклея.

ПК-5 Способен организовать деятельность по эксплуатации беспилотных мехатронных систем агропромышленного комплекса

ПК-5.2. Способен обеспечить настройку и эксплуатацию беспилотных мехатронных систем

Первый этап (пороговой уровень) – показывает сформированность показателя компетенции «знать»: содержание и порядок выполнения настроечных работ и правил эксплуатации беспилотных мехатронных систем

Тестовые задания закрытого типа

1. Какая система используется для глобального позиционирования БЛА? (выберите один вариант ответа)

- а) RADAR
- б) GPS
- в) SONAR
- г) LiDAR

2. Какой материал для рамы лучше всех подвергается обработке: (выберите один вариант ответа)

- а) карбон
- б) пластмасса
- в) ABS-пластик
- г) металл

3. Какие типы двигатели наиболее предпочтительные для грузовых беспилотников: (выберите один вариант ответа)

- а) двигатели внутреннего сгорания
- б) электродвигатели
- в) зависит от требуемой нагрузки

4. Какие основные компоненты входят в состав беспилотной летательной системы (БЛС)? (выберите один вариант ответа)

- а) пилотируемый модуль, автопилот, камера
- б) летательный аппарат, система управления, система связи
- в) силовая установка, парашют, автопилот
- г) навигационная система, пилотируемый модуль, камера

5. Что является основным источником энергии для большинства современных БЛА? (выберите один вариант ответа)

- а) бензиновые двигатели
- б) дизельные двигатели
- в) электрические аккумуляторы
- г) паровые турбины

Ключи

6.	б
7.	в
8.	в
9.	б
10.	в

6. Прочитайте текст и установите соответствие

Обновление прошивки полетного контроллера выполняется в последовательности

1	В первом выпадающем списке выберите ваш полетный контроллер, а в следующем списке последнюю версию прошивки. В окне Build Configuration в настройке Teleme-
---	---

	try Protocol выберите «SMARTPORT»
2	Для прошивки полетного контроллера понадобится сам дрон с полетным контроллером с поддержкой Betaflight, USB-кабель, компьютер с выходом в интернет (для загрузки актуальной прошивки).
3	Нажмите «Загрузить прошивку». Прошивка загрузится из интернета. После загрузки прошивки нажмите «Прошить прошивку», чтобы прошить полетный контроллер.
4	Нажмите на кнопку «Подключиться», чтобы перейти в режим настройки.
5	Для обновления прошивки перейдите во вкладку «Программатор». Подключите USB ноутбука к полетному контроллеру. Если вы находитесь на вкладке «Программатор», то полетный контроллер перейдет автоматически в режим DFU.

Запишите в таблицу выбранные буквы под соответствующими цифрами

1	2	3	4	5
2	5	1	3	4

Второй этап (продвинутый уровень) – показывает сформированность показателя компетенции «уметь»: составлять технические задания на проектирование беспилотных мехатронных систем

Задания закрытого типа (вопросы для опроса):

1. Какая из следующих задач является основной при проектировании корпуса БЛА?
2. Что такое "зона безопасности" при запуске БЛА?
3. Какой датчик используется для определения ориентации БЛА в пространстве?
4. Какое преимущество дает использование карбоновых материалов в конструкции БЛА?
5. Что такое "рейнджер" в контексте систем управления БЛА?

Ключи

1.	Обеспечение минимального веса при максимальной прочности
2.	Область, где запрещено присутствие людей и техники во время взлета и посадки
3.	Гироскоп
4.	Повышенная прочность и легкость
5.	Датчик дистанции до препятствий

Третий этап (высокий уровень) – показывает сформированность показателя компетенции «владеть»: навыками настройки отдельных модулей мехатронных систем, эксплуатации беспилотных мехатронных систем при решении конкретных производственных задач.

Практические задания:

1. Опишите как проводится окончательная сборка рамы FPVдрона
2. Опишите, что понадобится для обновление прошивки полетного контроллера FPVдрона
3. Опишите как необходимо соблюдать технику безопасности при проверке работоспособности БПЛА
4. Опишите как проводится проверка работоспособности БПЛА FPVдрона при помощи предохранителя
5. Опишите что необходимо для проверки ориентации квадрокоптера в пространстве

Ключи

1.	Необходимо установить и закрепить верхнюю крышку рамы, зафиксировать стяжками антенны. Пропеллеры устанавливаются после настройки квадрокоптера. Снимаются каждый раз, когда происходит программирование или настройка.
2.	Для прошивки полетного контроллера понадобится сам дрон с полетным контроллером с поддержкой Betaflight, USB-кабель, компьютер с выходом в интернет (для загрузки актуальной прошивки).
3.	<ul style="list-style-type: none">– запускать двигатели только без пропеллеров;– не замыкать незаизолированные контактные площадки и провода, а также не касаться их;– не использовать неисправные аккумуляторные батареи;– проверять работоспособность только на открытом пространстве, чтобы моторы не касались ненужных вещей;– при проверке датчиков, двигателей, приемопередающих устройств и каналов управления, а также при подключении квадрокоптера к компьютеру снимать пропеллеры;– проверки производить только с установленными антеннами.
4.	При первом подключении питания к квадрокоптеру рекомендуется использовать предохранитель или лампочку. Предохранитель защитит от повреждения электротехнику в случае короткого замыкания или других неполадок. Изготовить предохранитель можно самостоятельно.
5.	Для проверки ориентации квадрокоптера в пространстве необходимо подключить его к компьютеру и открыть Betaflight Configurator

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится в форме устного экзамена.

Вопросы для экзамена

1. Основные компоненты беспилотной летательной системы (БЛС).
2. Типы беспилотных летательных аппаратов (БЛА) и их классификация.
3. Принципы работы и типы систем управления БЛА.
4. Основные этапы проектирования БЛА.
5. Типы силовых установок, используемых в БЛА и их характеристики.
6. Принципы аэродинамики и их применение в конструировании БЛА.
7. Системы навигации и их использование в БЛА.
8. Особенности разработки программного обеспечения для систем управления БЛА.
9. Методы и средства тестирования и отладки БЛА.
10. Экологические и экономические аспекты эксплуатации БЛА.
11. Определение аэродинамических характеристик БЛА на различных режимах полета.
12. Разработка схемы и расчет параметров силовой установки для БЛА.
13. Проектирование системы управления для стабилизации полета БЛА.
14. Создание 3D модели БЛА и проведение прочностного анализа конструкции.
15. Разработка системы радиосвязи для передачи данных между БЛА и наземной станцией.
16. Оптимизация энергопотребления систем БЛА.
17. Моделирование и анализ поведения БЛА в различных погодных условиях.
18. Проектирование и внедрение системы избегания столкновений.
19. Создание прототипа БЛА для выполнения миссий аэрофотосъемки
20. Анализ надежности и безопасности конструкции БЛА

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Текущий контроль

Тестирование для проведения текущего контроля проводится с помощью Системы дистанционного обучения. На тестирование отводится 10 минут. Каждый вариант тестовых заданий включает 10 вопросов. Количество возможных вариантов ответов – 4 или 5. Студенту необходимо выбрать один правильный ответ. За каждый правильный ответ на вопрос присваивается 10 баллов. Шкала перевода: 9-10 правильных ответов – оценка «отлично» (5), 7-8 правильных ответов – оценка «хорошо» (4), 6 правильных ответов – оценка «удовлетворительно» (3), 1-5 правильных ответов – оценка «неудовлетворительно» (2).

Опрос как средство текущего контроля проводится в форме устных ответов на вопросы. Студент отвечает на поставленный вопрос сразу, время на подготовку к ответу не предоставляется.

Практические задания как средство текущего контроля проводятся в письменной форме. Студенту выдается задание и предоставляется 10 минут для подготовки к ответу.

Промежуточная аттестация

Экзамен проводится в устной форме. Из экзаменационных вопросов составляется 20 экзаменационных билетов. Каждый билет состоит из трех вопросов. Комплект экзаменационных билетов представлен в учебно-методическом комплексе дисциплины.

На подготовку к ответу студенту предоставляется 20 минут.