

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия»  
кафедра Агроинженерии

УТВЕРЖДАЮ  
Декан инженерного факультета

Стенина Н.А.

" 02 "



2023 г.

рабочая программа дисциплины (модуля)

**Б1.В.12.03**

**РОБОТОТЕХНИК А**

**Модуль 3. Беспилотные летательные аппараты**


Учебный план	z35.03.06-23-1ИМ.plx 35.03.06 Агроинженерия Профиль Робототехнические системы в АПК	
Квалификация	<b>Бакалавр</b>	
Форма обучения	<b>заочная</b>	
Общая трудоемкость	<b>2 ЗЕТ</b>	
Часов по учебному плану	72	Виды контроля на курсах:
в том числе:		зачет - 5
контактная работа	15,1	
самостоятельная работа	56,9	
часы на контроль	4	

**Распределение часов дисциплины по курсам**

Курс	5		Итого	
	уп	рп		
Лекции	4	4	4	4
Семинарские занятия	6	6	6	6
Консультации	1	1	1	1
Промежуточная аттестация	0,1	0,1	0,1	0,1
Итого ауд.	10,1	10,1	10,1	10,1
Контактная работа	11,1	11,1	11,1	11,1
Сам. работа	56,9	56,9	56,9	56,9
Часы на контроль	4	4	4	4
Итого	72	72	72	72

Кемерово 2023 г.

Программу составил(и):  
к.т.н., доцент, Федоров Дмитрий Евгеньевич



Рабочая программа дисциплины  
**Модуль 3. Беспилотные летательные аппараты**

разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия (приказ Минобрнауки России от 23.08.2017 г. № 813)

составлена на основании учебного плана:

35.03.06 Агроинженерия Профиль Робототехнические системы в АПК  
утвержденного учёным советом вуза от 27.04.2023 протокол № 8.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры  
**агроинженерии**

Протокол №1 от 1 сентября 2023 г.

Срок действия программы: 2023-2028 уч.г.

Зав. кафедрой  Санкина Ольга Владимировна

Рабочая программа одобрена и утверждена методической  
комиссией инженерного факультета

Протокол № 2 от 2 сентября 2023 г.

Председатель методической комиссии



# МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия»  
кафедра Агроинженерии

УТВЕРЖДАЮ

Декан инженерного факультета

Стенина Н.А. \_\_\_\_\_

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2023 г.

рабочая программа дисциплины (модуля)

**Б1.В.12.03**

**РОБОТОТЕХНИК А**

**Модуль 3. Беспилотные летательные аппараты**

Учебный план	z35.03.06-23-1ИИМ.plx 35.03.06 Агроинженерия Профиль Робототехнические системы в АПК	
Квалификация	<b>Бакалавр</b>	
Форма обучения	<b>заочная</b>	
Общая трудоемкость	<b>2 ЗЕТ</b>	
Часов по учебному плану	72	Виды контроля на курсах:
в том числе:		зачет - 5
контактная работа	15,1	
самостоятельная работа	56,9	
часы на контроль	4	

## Распределение часов дисциплины по курсам

Курс Вид занятий	5		Итого	
	уп	рп		
Лекции	4	4	4	4
Семинарские занятия	6	6	6	6
Консультации	1	1	1	1
Промежуточная аттестация	0,1	0,1	0,1	0,1
Итого ауд.	10,1	10,1	10,1	10,1
Контактная работа	11,1	11,1	11,1	11,1
Сам. работа	56,9	56,9	56,9	56,9
Часы на контроль	4	4	4	4
Итого	72	72	72	72

Кемерово 2023 г.

Программу составил(и):

к.т.н., доцент, Федоров Дмитрий Евгеньевич \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины

**Модуль 3. Беспилотные летательные аппараты**

разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия (приказ Минобрнауки России от 23.08.2017 г. № 813)

составлена на основании учебного плана:

35.03.06 Агроинженерия Профиль Робототехнические системы в АПК  
утвержденного учёным советом вуза от 27.04.2023 протокол № 8.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры  
**агроинженерии**

Протокол №1 от 1 сентября 2023 г.

Срок действия программы: 2023-2028 уч.г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Санкина Ольга Владимировна

Рабочая программа одобрена и утверждена методической  
комиссией инженерного факультета

Протокол № 2 от 2 сентября 2023 г.

Председатель методической комиссии \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры агроинженерии

подпись      расшифровка

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры агроинженерии

подпись      расшифровка

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры агроинженерии

подпись      расшифровка

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры агроинженерии

подпись      расшифровка

**1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения дисциплины является формирование компетенций в области беспилотных авиационных систем
Задачи освоения дисциплины:
- изучение истории создания беспилотных летательных аппаратов;
- получение навыков управления беспилотными летательными аппаратами;
- развитие творческого и научно-технического потенциала студентов путем создания собственного беспилотного летательного аппарата.

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ УЧЕБНОГО ПЛАНА**

Цикл (раздел) ОП:	
<b>2.1 Входной уровень знаний:</b>	
2.1.1	Системы автоматизированного проектирования
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

**3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

<b>3.1 Знать:</b>	
3.1.1	основы математического моделирования робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей
3.1.2	структуру программного обеспечения для обработки информации и управления робототехническими системами
3.1.3	методику технико-экономического обоснования для подсистем и отдельных модулей робототехнических систем
3.1.4	структуру конструкторской и проектной документации механических узлов робототехнических систем
<b>3.2 Уметь:</b>	
3.2.1	поставить задачи для математического моделирования робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей
3.2.2	обоснованно выбирать оптимальное программное обеспечение для обработки информации и управления робототехническими системами
3.2.3	обоснованно выбирать оптимальные показатели технико-экономического обоснования для подсистем и отдельных модулей робототехнических систем
3.2.4	использовать стандарты и технические условия на конструкторскую и проектную документацию механических узлов робототехнических систем
<b>3.3 Владеть:</b>	
3.3.1	навыками математического моделирования робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей
3.3.2	навыками разработки программного обеспечения для обработки информации и управления робототехническими системами
3.3.3	навыками подготовки технико-экономического обоснования для подсистем и отдельных модулей робототехнических систем
3.3.4	навыками разработки конструкторской и проектной документации механических узлов робототехнических систем

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код зан.	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Уровень сформ-ти комп.	Акт. и инт. формы обуч-я.	Литература	Формы контроля
	<b>Раздел 1. Тема 1. Знакомство с БПЛА</b>							
1.1	Первые беспилотники. БПЛА самолетного типа и их применение. БПЛА вертолетного типа и их применение. Виды, конфигурация и принципы управления коптером. Тяга, рыскание, тангаж, крен. Элементы коптера. /Лек/	5	0,5		31(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	Собеседование

1.2	Сборка квадрокоптера. Начальный этап /Сем зан/	5	1		У1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	Собеседование
1.3	Проработка конспекта лекций по теме 1. Подготовка к семинарским и практическим занятиям. Изучение материалов по учебникам. Выполнение тестов /Ср/	5	7		В1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	Собеседование, тестирование
	<b>Раздел 2. Тема 2 Аэродинамика полета БПЛА</b>							
2.1	Аэродинамика пропеллера. Параметры пропеллеров. Пропеллерная константа. Схема расположения винтов. Выбор пропеллера /Лек/	5	0,5		З1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	Собеседование
2.2	Сборка квадрокоптера. Заключительный этап /Сем зан/	5	0,5		У1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	Собеседование
2.3	Проработка конспекта лекций по теме 2. Подготовка к семинарским и практическим занятиям. Изучение материалов по учебникам. Выполнение тестов /Ср/	5	7		В1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	Собеседование, тестирование
	<b>Раздел 3. Тема 3. Основы электромагнетизма. Типы двигателей БПЛА</b>							
3.1	Основные законы электромагнетизма. Двигатель постоянного тока. Универсальный коллекторный двигатель. Асинхронный электродвигатель. Синхронный электродвигатель. /Лек/	5	0,5		З1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	Собеседование
3.2	Первоначальная настройка квадрокоптера. Калибровка датчиков квадрокоптера /Сем зан/	5	1		У1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	Собеседование
3.3	Проработка конспекта лекций по теме 3. Подготовка к семинарским и практическим занятиям. Изучение материалов по учебникам. Выполнение тестов /Ср/	5	7		В1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	Собеседование, тестирование
	<b>Раздел 4. Тема 4. Бесколлекторные двигатели БПЛА и регуляторы их хода</b>							
4.1	Принцип работы бесколлекторного электродвигателя БПЛА. Три фазы двигателя. Основные характеристики контроллеров. Особенности подключения двигателей. Настройки двигателей. Режим газа. Реверс. /Лек/	5	0,5		В1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	Собеседование
4.2	Настройка пульта квадрокоптера. Полетные режимы квадрокоптера. Настройка питания квадрокоптера /Сем зан/	5	0,5		У1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	Собеседование
4.3	Проработка конспекта лекций по теме 4. Подготовка к семинарским и практическим занятиям. Изучение материалов по учебникам. Выполнение тестов /Ср/	5	7		В1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	Собеседование, тестирование
	<b>Раздел 5. Тема 5. Принцип работы, типы и устройство аккумуляторов БПЛА</b>							

5.1	Как устроены и работают аккумуляторы. Работа аккумулятора при разряде. Способы соединения аккумуляторов. Особенности аккумуляторов для коптеров. Характеристики и применение LiPo-аккумуляторов. /Лек/	5	0,5		З1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	Собеседование
5.2	Основные процедуры микрокомпьютера Raspberry /Сем зан/	5	1		У1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	Собеседование,
5.3	Проработка конспекта лекций по теме 5. Подготовка к семинарским и практическим занятиям. Изучение материалов по учебникам. Выполнение тестов /Ср/	5	7		В1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	Собеседование, тестирование
	<b>Раздел 6. Тема 6. Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера</b>							
6.1	Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера. ПИД-регуляторы /Лек/	5	0,5		З1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	Собеседование
6.2	Вспомогательные процедуры микрокомпьютера Raspberry /Сем зан/	5	0,5		У1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	Собеседование
6.3	Проработка конспекта лекций по теме 6. Подготовка к семинарским и практическим занятиям. Изучение материалов по учебникам. Выполнение тестов /Ср/	5	8		В1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	Собеседование, тестирование
	<b>Раздел 7. Тема 7. Принцип работы радиоаппаратуры управления БПЛА</b>							
7.1	Основы радиосвязи. Принцип работы радиоаппаратуры управления. Передатчик. Приёмник. Принципиальная схема работы приемника /Лек/	5	0,5		З1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	Собеседование
7.2	Возможности программного обеспечения квадрокоптера. Настройка основной камеры. Позиционирование по визуальным ArUco-маркерам /Сем зан/	5	0,5		У1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	Собеседование
7.3	Проработка конспекта лекций по теме 7. Подготовка к семинарским и практическим занятиям. Изучение материалов по учебникам. Выполнение тестов /Ср/	5	8,9		В1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	Собеседование, тестирование
	<b>Раздел 8. Тема 8. Аналоговая и цифровая видеотрансляция БПЛА</b>							
8.1	Назначение и принцип работы аналоговых видеокамер. Назначение и принцип работы цифровых камер. Возможности цифровых камер. Дальность полёта. Качество изображения. /Лек/	5	0,5		З1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	Собеседование
8.2	Настройка лазерного дальномера. Настройка ультразвукового дальномера. Визуализация с помощью Rviz /Сем зан/	5	1		У1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	Собеседование



8.3	Проработка конспекта лекций по теме 8. Подготовка к семинарским и практическим занятиям. Изучение материалов по учебникам. Выполнение тестов /Ср/	5	5		В1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	Собеседование, тестирование
	<b>Раздел 9.</b>							
9.1	Консультации /Конс/	5	1				Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	
9.2	/КРА/	5	0,1					
9.3	Зачет /Зачёт/	5	4				Л1.2Л2.1 Л2.2	

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Текущий контроль знаний - собеседование. Комплект вопросов для собеседования - 36 вопросов.

Промежуточная аттестация - зачет. Комплект вопросов к зачету – 50 вопросов.

Комплект тестов – 100 вопросов.

ФОС является приложением к рабочей программе дисциплины.

Вопросы к экзамену

1.

Когда появился первый квадрокоптер, в чём был его недостаток?

2. Чем отличаются БПЛА самолетного типа от обычных самолетов?

3. В каких сферах можно использовать БПЛА самолетного типа?

4. В каких сферах можно использовать коптеры?

5. Какие задачи могут выполнять БПЛА в сельском хозяйстве?

6. Какие конфигурации квадрокоптеров бывают?

7. Перечислите название осей коптера.

8. По какому принципу вращаются винты коптера?

9. За что отвечает полётный контроллер?

10. Для чего нужен ESC?

11. Какой вид электродвигателей применяется в коптерах? В чём их преимущество?

12. Какими тремя параметрами обладают воздушные винты?

13. Может ли квадрокоптер летать в вакууме?

14. За счёт чего образуется сила тяги в пропеллере?

15. Как узнать шаг пропеллера по названию его марки?

16. Что такое пропеллерная константа?

17. Для чего в конструкции коптера одновременно используются пропеллеры, вращающиеся по и против часовой стрелки?

18. Что является исходными данными для подбора винта в коптере?

19. Какие характеристики пропеллера нужны для быстроходного и тихоходного коптера?

20. Определите по таблице к мотору X2204S 2300kv, с каким пропеллером будет развиваться максимальная скорость.

21. Как, следуя закону Ампера, ведут себя проводники с электрическими токами?

22. По закону Кулона как взаимодействуют относительно друг друга два точечных заряда в вакууме.

23. В чём основное различие коллекторных и бесколлекторных электродвигателей?

24. По каким характеристикам бесколлекторные электродвигатели подходят для использования их на квадрокоптерах?

25. Зачем нужны датчики в бесколлекторных электродвигателях?

26. На что влияет количество фаз в бесколлекторном электродвигателе?

27. Перечислите основные характеристики контроллеров.

28. Какие ошибки при подключении контроллеров возможно допустить?

29. К каким последствиям могут привести эти ошибки?

30. Перечислите возможные настройки контроллера.

31. Какие устройства называют аккумуляторами?

32. За счёт каких процессов в аккумуляторе накапливается энергия?

33. Что происходит в аккумуляторе во время его заряда и разряда?

34. Опишите два способа соединения аккумуляторов.

35. Какие аккумуляторы применяются при сборке коптеров?

36. Перечислите основные характеристики аккумуляторов.

37. По какому принципу работает полётный контроллер?

38. Перечислите основные задачи полётного контроллера.

39. Сформулируйте принцип работы ПИД-регулятора.

40. Как происходит передача радиосигнала от передатчика к приёмнику?

41. Чем отличается AM и FM модуляция передачи сигнала?

42. Почему передатчики радиопередачи делают многоканальными?

43. Какая модуляция используется в пультах управления коптерами?

44. По какому принципу работает приёмник радиосигнала?

45. Опишите принцип работы аналоговой камеры

46. Опишите принцип работы цифровой камеры.

47. В чём основное отличие аналоговой и цифровой камеры?

48. На какой дистанции можно производить видеосъёмку.

49. Что позволит увеличить дистанцию приёма видеосигнала.

50. Что может повлиять на дальность полёта?

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

### 6.1 Перечень программного обеспечения

Браузер Mozilla Firefox

### 6.2 Перечень информационных справочных систем

ЭБС "Земля знаний"
--------------------

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Номер ауд.	Назначение	Оборудование и ПО	Вид занятия
1201	Лекционная аудитория	Столы ученические – 26 шт., стол преподавателя – 1 шт., стулья – 55 шт., проектор – 1 шт., экран 180*180 см. – 1 шт., ПК – 1 шт., доска меловая – 1 шт., учебно-наглядные материалы	Лекция
1003	Лаборатория гидравлики и теплотехники	Столы ученические – 14 шт., стол преподавателя – 1 шт., стулья – 29 шт., ноутбук Samsung – 1 шт., рабочее место в комплекте (б/м) – 1 шт., монитор Acer LCD 18,5 – 1 шт., проектор NEC projector V300X DLP – 1 шт., экран 180*180 см – 1 шт., доска меловая – 1 шт., стенд - электрооборудование автомобиля – 1 шт., учебно-наглядные материалы	

### 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### 8.1. Рекомендуемая литература

##### 8.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Лентовский В.В.	Системы ориентации и наведения беспилотных летательных аппаратов : учебное пособие	Санкт-Петербург: БГТУ, 2019
Л1.2	Красильников М.Н.	Современные информационные технологии в задачах навигации и наведения беспилотных маневренных летательных аппаратов : Учебное пособие	М.: ФИЗМАТЛИТ , 2009

##### 8.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Крамарь В.А., Володин А.Н., Евтушенко Е.В.	Беспилотные летательные аппараты, их электромагнитная стойкость и математические модели систем стабилизации	М.: ИНФРА-М, 2019
Л2.2	Шалыгин А.С.	Методы моделирования ситуационного управления движением беспилотных летательных аппаратов :: Учебно-методическое пособие	М.: Машиностроение , 2012

#### 8.2. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	ЭБС "Znanium"
Э2	ЭБС "Лань"

### 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

--

