

Программу составил(и):

к.т.н., доцент, Быков Сергей Николаевич



Рабочая программа дисциплины

Модуль 3. Беспилотные летательные аппараты

разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО:

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

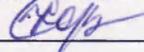
составлена на основании учебного плана:

35.03.06 Агроинженерия Профиль Робототехнические системы в АПК
утвержденного учёным советом вуза от 19.04.2021 протокол № 8.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры
агроинженерии

Протокол №8 от 20 апреля 2021 г.

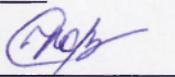
Срок действия программы: 2021-2025 уч.г.

Зав. кафедрой  Санкина Ольга Владимировна

Рабочая программа одобрена и утверждена методической
комиссией инженерного факультета

Протокол № 8 от 21 04 2021 г.

Председатель методической комиссии



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

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

ПСК-1: Способностью составлять математические модели робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей

Знать:	
Уровень 1	основы математического моделирования робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей;
Уровень 2	
Уровень 3	
Уровень 4	
Уровень 5	
Уровень 6	
Уровень 7	
Уметь:	
Уровень 1	поставить задачи для математического моделирования робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей
Уровень 2	
Уровень 3	
Уровень 4	
Уровень 5	
Уровень 6	
Уровень 7	
Владеть:	
Уровень 1	навыками математического моделирования робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей
Уровень 2	
Уровень 3	
Уровень 4	
Уровень 5	
Уровень 6	
Уровень 7	

ПСК-2: Способностью разрабатывать программное обеспечение для обработки информации и управления робототехническими системами, а также для их проектирования

Знать:	
Уровень 1	структуру программного обеспечения для обработки информации и управления робототехническими системами
Уровень 2	
Уровень 3	
Уровень 4	

Уровень 5	
Уровень 6	
Уровень 7	

Уметь:

Уровень 1	обоснованно выбирать программное обеспечение для обработки информации и управления робототехническими системами
Уровень 2	
Уровень 3	
Уровень 4	
Уровень 5	
Уровень 6	
Уровень 7	

Владеть:

Уровень 1	навыками разработки программного обеспечения для обработки информации и управления робототехническими системами
Уровень 2	
Уровень 3	
Уровень 4	
Уровень 5	
Уровень 6	
Уровень 7	

ПСК-3: Готовностью участвовать в подготовке технико-экономического обоснования проектов создания робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей

Знать:

Уровень 1	методику технико-экономического обоснования для подсистем и отдельных модулей робототехнических систем
Уровень 2	
Уровень 3	
Уровень 4	
Уровень 5	
Уровень 6	
Уровень 7	

Уметь:

Уровень 1	обоснованно выбирать оптимальные показатели технико-экономического обоснования для подсистем и отдельных модулей робототехнических систем
Уровень 2	
Уровень 3	
Уровень 4	
Уровень 5	
Уровень 6	
Уровень 7	

Владеть:

Уровень 1	навыками подготовки технико-экономического обоснования для подсистем и отдельных модулей робототехнических систем
Уровень 2	
Уровень 3	
Уровень 4	
Уровень 5	
Уровень 6	
Уровень 7	

ПСК-4: Способностью разрабатывать конструкторскую и проектную документацию механических, электрических и электронных узлов робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями

Знать:

Уровень 1	структуру конструкторской и проектной документации механических узлов робототехнических систем
-----------	--

Уровень 2	
Уровень 3	
Уровень 4	
Уровень 5	
Уровень 6	
Уровень 7	
Уметь:	
Уровень 1	использовать стандарты и технические условия на конструкторскую и проектную документацию механических узлов робототехнических систем
Уровень 2	
Уровень 3	
Уровень 4	
Уровень 5	
Уровень 6	
Уровень 7	
Владеть:	
Уровень 1	навыками разработки конструкторской и проектной документации механических узлов робототехнических систем
Уровень 2	
Уровень 3	
Уровень 4	
Уровень 5	
Уровень 6	
Уровень 7	

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	- историю и тенденции развития беспилотных летательных аппаратов;
3.1.2	
3.1.3	- правила техники безопасности при эксплуатации БПЛА;
3.1.4	- основные компоненты коптеров;
3.1.5	- конструктивные особенности различных БПЛА и сферы их применения;
3.1.6	
3.1.7	- основы математического моделирования полета БПЛА;
3.1.8	- структуру программного обеспечения БПЛА.
3.2	Уметь:
3.2.1	- настраивать и калибровать полетные контроллеры разных производителей с применением специализированного ПО;
3.2.2	
3.2.3	- осуществлять визуальное пилотирование беспилотного летательного аппарата и посредством FPV аппаратуры;
3.2.4	-
3.2.5	- создавать недостающие для реализации проектов элементы в средах 3D моделирования и осуществлять их печать на 3D принтере;
3.2.6	
3.2.7	- взаимодействовать с микрокомпьютером Raspberry, обладать основами администрирования Linux;
3.2.8	
3.2.9	- планировать и прописывать полетные задания и миссии;
3.2.10	- программировать и осуществлять автономные полеты;
3.2.11	- проводить предполетную подготовку.
3.3	Владеть:
3.3.1	- навыками сборки коптеров из элементов конструктора;
3.3.2	
3.3.3	- навыками программирования автономных полетов коптеров;

3.3.4	
3.3.5	- навыками настройки и подготовки коптеров к полету;
3.3.6	
3.3.7	- навыками пилотирования коптерами;
3.3.8	- навыками математического моделирования полета БПЛА;
3.3.9	- навыками разработки программного обеспечения БПЛА.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код зан.	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Уровень форм-ти комп.	Акт. и инт. формы обуч-я.	Литература	Формы контроля
	Раздел 1. Тема 1. Знакомство с БПЛА							
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/	6	2		З1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Э1 Э2	Собеседование
1.2	Сборка квадрокоптера. Начальный этап /Сем зан/	6	4		У1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Э1 Э2	Собеседование
1.3	Проработка конспекта лекций по теме 1. Подготовка к семинарским и практическим занятиям. Изучение материалов по учебникам. Выполнение тестов /Ср/	6	2		В1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Э1 Э2	Собеседование, тестирование
	Раздел 2. Тема 2 Аэродинамика полета БПЛА							
2.1	Аэродинамика пропеллера. Параметры пропеллеров. Пропеллерная константа. Схема расположения винтов. Выбор пропеллера /Лек/	6	2		З1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Э1 Э2	Собеседование
2.2	Сборка квадрокоптера. Заключительный этап /Сем зан/	6	4		У1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Э1 Э2	Собеседование
2.3	Проработка конспекта лекций по теме 2. Подготовка к семинарским и практическим занятиям. Изучение материалов по учебникам. Выполнение тестов /Ср/	6	2		В1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Э1 Э2	Собеседование, тестирование
	Раздел 3. Тема 3. Основы электромагнетизма. Типы двигателей БПЛА							
3.1	Основные законы электромагнетизма. Двигатель постоянного тока. Универсальный коллекторный двигатель. Асинхронный электродвигатель. Синхронный электродвигатель. /Лек/	6	2		З1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Э1 Э2	Собеседование
3.2	Первоначальная настройка квадрокоптера. Калибровка датчиков квадрокоптера /Сем зан/	6	4		У1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Э1 Э2	Собеседование

3.3	Проработка конспекта лекций по теме 3. Подготовка к семинарским и практическим занятиям. Изучение материалов по учебникам. Выполнение тестов /Ср/	6	2		В1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Э1 Э2	Собеседование, тестирование
	Раздел 4. Тема 4. Бесколлекторные двигатели БПЛА и регуляторы их хода							
4.1	Принцип работы бесколлекторного электродвигателя БПЛА. Три фазы двигателя. Основные характеристики контроллеров. Особенности подключения двигателей. Настройки двигателей. Режим газа. Реверс. /Лек/	6	2		В1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Э1 Э2	Собеседование
4.2	Настройка пульта квадрокоптера. Полетные режимы квадрокоптера. Настройка питания квадрокоптера /Сем зан/	6	6		У1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Э1 Э2	Собеседование
4.3	Проработка конспекта лекций по теме 4. Подготовка к семинарским и практическим занятиям. Изучение материалов по учебникам. Выполнение тестов /Ср/	6	2		В1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Э1 Э2	Собеседование, тестирование
	Раздел 5. Тема 5. Принцип работы, типы и устройство аккумуляторов БПЛА							
5.1	Как устроены и работают аккумуляторы. Работа аккумулятора при разряде. Способы соединения аккумуляторов. Особенности аккумуляторов для коптеров. Характеристики и применение LiPo-аккумуляторов. /Лек/	6	2		З1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Э1 Э2	Собеседование
5.2	Основные процедуры микрокомпьютера Raspberry /Сем зан/	6	4		У1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Э1 Э2	Собеседование,
5.3	Проработка конспекта лекций по теме 5. Подготовка к семинарским и практическим занятиям. Изучение материалов по учебникам. Выполнение тестов /Ср/	6	4		В1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Э1 Э2	Собеседование, тестирование
	Раздел 6. Тема 6. Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера							
6.1	Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера. ПИД-регуляторы /Лек/	6	2		З1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Э1 Э2	Собеседование
6.2	Вспомогательные процедуры микрокомпьютера Raspberry /Сем зан/	6	4		У1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Э1 Э2	Собеседование
6.3	Проработка конспекта лекций по теме 6. Подготовка к семинарским и практическим занятиям. Изучение материалов по учебникам. Выполнение тестов /Ср/	6	2		В1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Э1 Э2	Собеседование, тестирование
	Раздел 7. Тема 7. Принцип работы радиоаппаратуры управления БПЛА							

7.1	Основы радиосвязи. Принцип работы радиоаппаратуры управления. Передатчик. Приёмник. Принципиальная схема работы приемника /Лек/	6	2		З1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Э1 Э2	Собеседование
7.2	Возможности программного обеспечения квадрокоптера. Настройка основной камеры. Позиционирование по визуальным ArUco-маркерам /Сем зан/	6	4		У1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Э1 Э2	Собеседование
7.3	Проработка конспекта лекций по теме 7. Подготовка к семинарским и практическим занятиям. Изучение материалов по учебникам. Выполнение тестов /Ср/	6	4		В1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Э1 Э2	Собеседование, тестирование
	Раздел 8. Тема 8. Аналоговая и цифровая видеотрансляция БПЛА							
8.1	Назначение и принцип работы аналоговых видеокамер. Назначение и принцип работы цифровых камер. Возможности цифровых камер. Дальность полёта. Качество изображения. /Лек/	6	2		З1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Э1 Э2	Собеседование
8.2	Настройка лазерного дальномера. Настройка ультразвукового дальномера. Визуализация с помощью Rviz /Сем зан/	6	2		У1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Э1 Э2	Собеседование
8.3	Проработка конспекта лекций по теме 8. Подготовка к семинарским и практическим занятиям. Изучение материалов по учебникам. Выполнение тестов /Ср/	6	4		В1(ПСК-1,ПСК-2,ПСК-3,ПСК-4)		Л1.1 Э1 Э2	Собеседование, тестирование
	Раздел 9.							
9.1	Консультации /Инд кон/	6	2				Л1.1 Э1 Э2	
9.2	Зачет /Зачёт/	6	0					

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

Промежуточная аттестация - экзамен. Комплект вопросов к экзамену – 50 вопросов.

Комплект тестов – 100 вопросов.

ФОС является приложением к рабочей программе дисциплины.

Вопросы к экзамену

- 1.
2. Когда появился первый квадрокоптер, в чём был его недостаток?
3. 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 быстрого и тихого 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 зарядки и разрядки?
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 АМ и FM модуляция передачи сигнала?
42. Почему передатчики радиоуправления 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	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., 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

8.2. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	ЭБС "Znanium"		
Э2	ЭБС "Лань"		

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

--	--	--	--

