

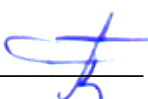
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков
« 07 » мая 20 24 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Системы управления БПЛА
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 108 (3)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
(код и наименование направления)

Направленность: Проектирование, производство и эксплуатация беспилотных
летательных аппаратов из композиционных материалов
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины: получение студентами знаний по программно-аппаратному обеспечению информационно-измерительных и управляющих систем БПЛА, выбору и настройке этих систем для решения конкретных задач.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение элементов и подсистем БПЛА;
- формирование представлений о устройстве и конструкции полетного контроллера БПЛА, средств дистанционного управления и обратной связи с оператором;
- формирование умений проводить анализ систем ориентации и управления беспилотными летательными аппаратами;
- формирование навыков математического и натурального моделирования систем ориентации и управления.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Объекты учебной дисциплины

- устройство полетного контроллера и дистанционного управления БПЛА;
- программно-аппаратное обеспечение для автоматизации управления БПЛА;
- математическое обеспечение систем управления БПЛА.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-3.1	ИД-1ПК-3.1	Знает основные этапы проектирования ЛА и перечень работ, выполняемых на каждом из этапов; оборудование ЛА, перечни нормализованных элементов узлов и деталей; технические требования, предъявляемые к разрабатываемым конструкциям. Технологии информационной поддержки жизненного цикла изделия.	Знает основы конструкции БПЛА и перечень стандартизированных узлов и агрегатов; основные этапы проектирования БПЛА и перечень работ, выполняемых на каждом из этапов; конструктивные элементы БПЛА выполненные из ПКМ; взаимозаменяемость узлов и агрегатов; технические требования, предъявляемые к разрабатываемым конструкциям; основы эксплуатации беспилотной авиационной техники; методы и средства автоматизации проектирования БПЛА, содержащих стандартизированные узлы и агрегаты; технологии информационной поддержки жизненного цикла изделия; программное обеспечение для моделирования и симуляции полета БПЛА; требования охраны труда и производственной санитарии при сборке и эксплуатации БПЛА.	Зачет
ПК-3.1	ИД-2ПК-3.1	Умеет применять методический аппарат при построении информационных моделей БПЛА, применять методики подбора компонентов ЛА, понимать техническую документацию, пользоваться стандартными пакетами прикладных программ при построении информационных моделей работы БПЛА.	Умеет применять методический аппарат при проектировании БПЛА, построении информационных моделей БПЛА; определять последовательность операций при сборке БПЛА; строить общую схему компоновки и осуществлять подбор стандартизированных узлов и агрегатов для сборки БПЛА, обладающего заданными характеристиками и	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			<p>возможностями; применять рекомендуемые справочные материалы при разработке и оформлении ТД; оформлять сопроводительную и проектную документацию в процессе проектирования и разработке БПЛА; применять методики подбора компонентов БПЛА; пользоваться инструментарием САПР, стандартными пакетами прикладных программ для построения информационных моделей работы БПЛА и симуляции полета.</p>	
ПК-3.1	ИД-ЗПК-3.1	<p>Владеет навыками разработки информационных моделей ЛА с учетом схемы расположения основных силовых элементов и технологического членения агрегата, внесения изменений в схему компоновки БПЛА</p>	<p>Владеет навыками современных методов проектирования БПЛА согласно заданным техническим характеристикам и технологическим возможностям; подготовки исходных данных и проведения анализа существующих технологий сборки конструкций БПЛА разных типов; разработки схемы расположения основных компонентов БПЛА, взаимная увязка компонентов внутри БПЛА; корректировки ТД по результатам информационного и натурного моделирования БПЛА, проведения НИОКР; разработки технологического состава БПЛА и последовательности сборки.</p>	Отчёт по практическом у занятию

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)	34	34	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	54	54	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
7-й семестр				
Введение	2	4	0	6
1. Понятие системы управления. Структура системы управления. Основные задачи управления. Понятие автоматизированного и автоматического управления. 2. Типовые структуры систем управления. 3. Задачи оператора в управлении БПЛА.				
Управление полетом беспилотного летательного аппарата	4	8	0	12
1. Способы управления полетом БПЛА. Режимы полета и аппаратуры управления БПЛА. 2. Наземная аппаратура управления. Бортовая аппаратура управления. 3. Архитектура программного и аппаратного обеспечения БПЛА. Задачи решаемые полетным контроллером. 4. Аппаратные средства контроля положения и навигации БПЛА.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Математическое обеспечение полетного контроллера.	4	8	0	12
1. Исследование методологии проектирования автоматизированных систем. Основные этапы проектирования автоматизированных систем. 2. Виды автоматизированного управления. 3. Методы математического моделирования звеньев и систем автоматического управления. Описание динамики и статики процессов. Линейные непрерывные модели. Модели вход-выход. Виды типовых входных сигналов. 4. Адаптивное управление БПЛА. Системы координат и пространственное движение БПЛА. Продольное движение. Боковое движение. Передаточные функции БПЛА.				
Описание систем управления	4	8	0	12
1. Передаточные функции и частотные характеристики систем управления. Типовые элементарные звенья систем управления и их логарифмические характеристики. Определение показателей качества систем управления с помощью логарифмических характеристик. Соединение звеньев систем управления. 2. Формирующий фильтр. Задача идеального наблюдателя. Аналитическое решение векторного дифференциального уравнения. 3. Понятие корректирующего устройства. Типовые законы регулирования: П, И, Д, ПИ, ПД и ПИД. Достоинства и недостатки типовых регуляторов. Особенности синтеза САУ электромеханических систем. Метод подчиненного регулирования.				
Точность и помехоустойчивость систем управления	4	6	0	12
1. Постановка задачи. Точность при типовых регулярных воздействиях. коэффициентный метод определения ошибок систем управления. Анализ помехоустойчивости систем управления в частотной области. 2. Точность при случайных входных воздействиях. 3. Формирование случайных воздействий во временной области. Анализ случайных ошибок систем управления во временной области. 4. Задача стабилизации движения ЛА и трудности ее решения. Стабилизация слабо демпфированных или условно устойчивых объектов.				
ИТОГО по 7-му семестру	18	34	0	54
ИТОГО по дисциплине	18	34	0	54

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Задачи моделирования БПЛА. Модели движения БПЛА.
2	Статические регрессионные модели. Параметрическая и структурная настройка моделей.
3	Динамические регрессионные модели. Параметрическая и структурная настройка моделей. Построение динамических моделей.
4	Расчет динамических моделей. Автоматизированное решение задач анализа и синтеза на моделях динамических систем.
5	Синтез сложных имитационных систем.
6	Моделирование случайных событий при изучении сложных стохастических систем. Моделирование стохастических процессов.
7	Проектирование интеллектуальных механизмов и использование инструментальных средств моделирования при принятии решений.
8	Модели САУ электромеханической части БПЛА. Стабилизация полета. Движение по траектории.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

<p>При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически. 2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела. 3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу. 4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Биард У., МакЛэйн У. Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика : учебное пособие пер. с англ. Москва : Техносфера, 2018. 311 с. 19,5 печ. л.	1
2	Парафесь С. Г., Смыслов В. И. Проектирование конструкции и САУ БПЛА с учетом аэроупругости. Постановка и методы решения задачи. Москва : Техносфера, 2019. 181 с. 11,5 усл. печ. л.	1
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Беспилотные летательные аппараты : учебное пособие для втузов / Афонин П. М., Колотков Н. И., Манучаров В. А., Голубев И. С. Москва : Машиностроение, 1967. 439 с.	15
2	Гололобов В. Н., Ульянов В. И. Беспилотники для любознательных. Санкт-Петербург : Наука и техника, 2018. 249 с. 16 усл. печ. л.	1
3	Лебедев А. А., Чернобровкин Л. С. Динамика полета беспилотных летательных аппаратов : учебное пособие для втузов. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Машиностроение, 1973. 616 с.	25
2.2. Периодические издания		
1	Вестник ПНИПУ. Механика : журнал. Пермь : ПНИПУ, 2012 -.	
2	Механика композиционных материалов и конструкций : всероссийский научный журнал. Москва : Ин-т прикл. механики РАН, 1995 -.	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	"Воздушный кодекс Российской Федерации" от 19.03.1997 N 60-ФЗ (ред. от 04.08.2023)	https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_13744/	сеть Интернет; свободный доступ
Дополнительная литература	Антти, С. Беспилотники: автомобили, дроны, мультикоптеры / С. Антти. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 120 с. — ISBN 978-5-97060-662-9.	https://e.lanbook.com/book/107894	сеть Интернет; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Моделирование систем. Подходы и методы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.Н. Волкова [и др.]	http://www.iprbookshop.ru/43957.html	локальная сеть; свободный доступ
Дополнительная литература	Рэндал, У.Б. Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика [Электронный ресурс] / У.Б. Рэндал, У.М. Тимоти. – Электрон. дан. – Москва: Техносфера, 2015. – 312 с.	https://e.lanbook.com/book/76159	сеть Интернет; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Черняева С.Н. Имитационное моделирование систем [Электронный ресурс]: учебное пособие	http://www.iprbookshop.ru/50630.html	локальная сеть; свободный доступ
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Беспилотные летательные аппараты : учебное пособие / С. Н. Денисенко, А. Ю. Смирнов, А. М. Хрусталев, И. Г. Штеренберг. — Санкт-Петербург : СПбГТИ (ТУ), 2023. — 115 с.	https://e.lanbook.com/book/365894	сеть Интернет; авторизованный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Еленин Д. В., Костин А. С., Майоров Н. Н. Основы автономного управления беспилотными авиационными системами для решения транспортных задач: учеб.- метод. пособие. СПб.: ГУАП, 2020. 71 с.	https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1711084496&tld=ru&lang=ru&name=11_Gorelova_Kostin_105-112.pdf&text=%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%BD%20%D0%94.%20%D0%92.%2C%20%D0%9A%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BD%20%D0%90.%20%D0%A1.%2C%20%D0%9C%D0%B0%D0%B9%D0%BE%D1%	сеть Интернет; свободный доступ
Основная литература	Зариковская Н.В. Математическое моделирование систем [Электронный ресурс]: учебное пособие	http://www.iprbookshop.ru/72124.html	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Шаошань, Л. Разработка беспилотных транспортных средств / Л. Шаошань ; научный редактор В. С. Яценков ; перевод с английского П. М. Бомбаковой. — Москва : ДМК Пресс, 2021. — 246 с. — ISBN 978-5-97060-969-9.	https://e.lanbook.com/book/240956	сеть Интернет; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Elsevier "Freedom Collection"	https://www.elsevier.com/

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Springer Nature e-books	http://link.springer.com/ http://jwww.springerprotocols.com/ http://materials.springer.com/ http://zbmath.org/ http://npg.com/
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	https://elib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRsmart	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	локальная сеть

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	компьютеры	15
Лекция	ноутбук	1
Лекция	проектор	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе
