

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:** Устройство БПЛА  
(наименование)

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

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

**Общая трудоёмкость:** 144 (4)  
(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 классификации и назначению БПЛА различных типов, а также типовым конструкциям и компоновке беспилотных летательных аппаратов из композиционных материалов.

Задачи учебной дисциплины:

- освоение студентом знаний о классификации конструкций и типовых конструктивно-функциональных схемах беспилотных летательных аппаратов и их назначение;
- формирование представлений о устройстве и конструкции двигательных установок, системах пилотирования и автоматизированного управления беспилотных летательных аппаратов, комплексов для их размещения и запуска;
- формирование представлений о устройстве и конструкции аэродинамических элементов беспилотных летательных аппаратов;
- формирование представлений о передовых методах проектирования конкурентоспособных изделий.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Объекты учебной дисциплины

- типы БПЛА и их назначение;
- устройство и характеристики БПЛА;
- средства пилотирования и 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; технологии применения конструкционных материалов; основы эксплуатации авиационной техники; технические требования, предъявляемые к разрабатываемым конструкциям.	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.	Дифференцированный зачет
ПК-3.1	ИД-2ПК-3.1	Умеет применять методический аппарат при проектировании БПЛА; применять рекомендуемые справочные материалы и техническую документацию на компоненты БПЛА; пользоваться пакетами прикладных программ-симуляторов.	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 схемы расположения основных компонентов БПЛА, взаимная увязка компонентов внутри 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	
		5	
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)	18	18	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	16	16	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	90	90	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

### 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
5-й семестр				
Введение	2	0	2	12
Цели и задачи применения беспилотных авиационных комплексов. Общее назначение, состав и возможности БПЛА, меры безопасности при проведении полетов и техническом обслуживании оборудования. Правила использования воздушного пространства Российской Федерации. Порядок подачи заявки на использование воздушного пространства.				
Типы и классы БПЛА, их назначение. Отличительные конструкционные решения.	4	0	8	20
Общая классификация БПЛА. Назначение БПЛА разных классов и конструкций. Типовые конструкции БПЛА и их особенности. Современные БПЛА их применение в различных отраслях. Полезная нагрузка 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
Типовые компоненты и модули БПЛА	4	6	2	20
Двигательные установки БПЛА. Энергоносители БПЛА. Полетный контроллер и датчики БПЛА. Средства удаленной связи с БПЛА.				
Автоматизированное управление и пилотирование БПЛА.	4	8	2	20
Технические средства автоматизированного управления и пилотирования БПЛА. Навигация и обратная связь с оператором БПЛА. Рабочее место оператора БПЛА. Наземная станция управления. Составление полетного задания. Подготовка и обучение оператора БПЛА. Программное обеспечение для эмуляции полета БПЛА.				
Эксплуатация и обслуживание БПЛА	4	4	2	18
Транспортировка, сборка и разборка БПЛА. Подготовка БПЛА к полету. Выбор площадки для безопасного запуска и посадки БПЛА, развертывание наземной станции управления. Тренировочные полеты. Основы построения и отработки траектории полета.				
ИТОГО по 5-му семестру	18	18	16	90
ИТОГО по дисциплине	18	18	16	90

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Порядок использования воздушного пространства РФ беспилотными воздушными судами (БВС, БПЛА, беспилотники, дроны)
2	Конструктивные элементы и особенности эксплуатации БПЛА самолетного типа.
3	Конструктивные элементы и особенности эксплуатации БПЛА мультироторного типа.
4	Конструктивные элементы и особенности эксплуатации БПЛА типа FPV-дрон.
5	Техника безопасности при подготовке БПЛА к полетам. Меры безопасности при отработке траектории полета БПЛА.
6	Архитектура системы БПЛА. Датчики и исполнительные системы БПЛА.
7	Выбор и подготовка площадки для безопасного запуска и посадки БПЛА.

## Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Ознакомление с общей схемой БПЛА мультироторного типа. Контроль размещения и подключения узлов БПЛА.
2	Предполетная проверка и тестирования узлов. Контроль и настройка программного обеспечения БПЛА.
3	Программы FPV дрон-симуляторы. Изучение интерфейса, режимов работы, отображаемых параметров, служебных команд.
4	Настройка симулятора. Особенности управления БПЛА разных типов в программе-симуляторе.
5	Построение траектории полета БПЛА. Отработка траектории полета в программе-симуляторе.
6	Сборка и подготовка БПЛА к полету. Ремонт и обслуживание БПЛА. Разборка и транспортировка БПЛА.
7	Отработка взлета и посадки дрона.
8	Построение и отработка траектории полета на тренировочной площадке.

### 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

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

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
<b>1. Основная литература</b>		
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	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
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Биард У., МакЛэйн У. Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика : пер. с англ. Москва : Техносфера, 2015. 311 с. 19,5 печ. л.	1
2	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
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Вестник ПНИПУ. Механика : журнал. Пермь : ПНИПУ, 2012 - .	
2	Механика композиционных материалов и конструкций : всероссийский научный журнал. Москва : Ин-т прикл. механики РАН, 1995 - .	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	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)	<a href="https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_13744/">https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_13744/</a>	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	<a href="https://e.lanbook.com/book/107894">https://e.lanbook.com/book/107894</a>	сеть Интернет; авторизованный 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.	<a href="https://e.lanbook.com/book/76159">https://e.lanbook.com/book/76159</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Беспилотные летательные аппараты : учебное пособие / С. Н. Денисенко, А. Ю. Смирнов, А. М. Хрусталева, И. Г. Штеренберг. — Санкт-Петербург : СПбГТИ (ТУ), 2023. — 115 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/365894">https://e.lanbook.com/book/365894</a>	сеть Интернет; авторизованный 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.	<a href="https://e.lanbook.com/book/240956">https://e.lanbook.com/book/240956</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	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.	<a href="https://elibrary.ru/item.asp?id=47210324">https://elibrary.ru/item.asp?id=47210324</a>	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"	<a href="https://www.elsevier.com/">https://www.elsevier.com/</a>
База данных Springer Nature e-books	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a> <a href="http://jwww.springerprotocols.com/">http://jwww.springerprotocols.com/</a> <a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a> <a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a> <a href="http://npg.com/">http://npg.com/</a>
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="https://elib.pstu.ru/">https://elib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRsmart	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	локальная сеть
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	<a href="http://325290.inkip.ru/docs">http://325290.inkip.ru/docs</a>

### 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
Практическое занятие	компьютеры	15

### 8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе
------------------------------