

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  |
| <b>5-й семестр</b>  |   |    |    |  |
| Введение  | 2   | 0  | 2  | 12   |
| Цели и задачи применения беспилотных авиационных комплексов.<br>Общее назначение, состав и возможности БПЛА, меры безопасности при проведении полетов и техническом обслуживании оборудования.<br>Правила использования воздушного пространства Российской Федерации. Порядок подачи заявки на использование воздушного пространства. |   |    |    |  |
| Типы и классы БПЛА, их назначение.<br>Отличительные конструкционные решения.  | 4   | 0  | 8  | 20   |
| Общая классификация БПЛА. Назначение БПЛА разных классов и конструкций.<br>Типовые конструкции БПЛА и их особенности.<br>Современные БПЛА их применение в различных отраслях.<br>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.<br>Энергоносители БПЛА.<br>Полетный контроллер и датчики БПЛА.<br>Средства удаленной связи с БПЛА.  |   |    |    |  |
| Автоматизированное управление и пилотирование БПЛА.  | 4   | 8  | 2  | 20   |
| Технические средства автоматизированного управления и пилотирования БПЛА.<br>Навигация и обратная связь с оператором БПЛА.<br>Рабочее место оператора БПЛА. Наземная станция управления.<br>Составление полетного задания.<br>Подготовка и обучение оператора БПЛА.<br>Программное обеспечение для эмуляции полета БПЛА. |   |    |    |  |
| Эксплуатация и обслуживание БПЛА   | 4   | 4  | 2  | 18   |
| Транспортировка, сборка и разборка БПЛА.<br>Подготовка БПЛА к полету.<br>Выбор площадки для безопасного запуска и посадки БПЛА, развертывание наземной станции управления.<br>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<br>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство,<br>год издания, количество страниц)   | Количество<br>экземпляров в<br>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><br><a href="http://jwww.springerprotocols.com/">http://jwww.springerprotocols.com/</a><br><a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a><br><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 |
|------------------------------|