

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Институт гражданской защиты  
Кафедра специальных технических средств

УТВЕРЖДАЮ

Директор института гражданской  
защиты



Малкин В.Ю.

2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И  
МОДЕЛИРОВАНИЕ БАС»**

По направлению подготовки 25.03.03 Аэронавигация  
Профиль «Эксплуатация беспилотных авиационных систем»

Луганск 2024

## Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Автоматизированное проектирование и моделирование БАС» по направлению подготовки 25.03.03 Аэронавигация профиля «Эксплуатация беспилотных авиационных систем» – 32 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Автоматизированное проектирование и моделирование БАС» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 25.03.03 Аэронавигация (утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 21.08.2020 г. № 1084).

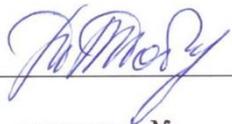
## СОСТАВИТЕЛИ:

к.т.н., доцент Сыровой Г.В.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры специальные технические средства

«16» 01 2024 года, протокол № 1.

Заведующий кафедрой

специальных технических средств  Победа Т. В.

Переутверждена: « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

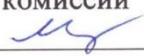
Согласована:

Директор Института гражданской защиты  В.Ю. Малкин

Переутверждена « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института гражданской защиты «06» 02 2024 года, протокол № 6.

Председатель учебно-методической комиссии

института гражданской защиты  Михайлов Д.В.

### 1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью изучения дисциплины «Автоматизированное проектирование и моделирование БАС» является формирование у обучающихся теоретических знаний о назначении, составляющих и особенностях процесса проектирования, моделирования и разработки беспилотных авиационных систем, а также приобретение умений и практических навыков в проектировании, анализе работы, оценке результатов, качества и эффективности.

Задачи изучения дисциплины «Автоматизированное проектирование и моделирование БАС»:

- формирование у обучающихся знаний о назначении, принципах работы, устройстве, основных характеристиках, порядке эксплуатации беспилотных авиационных систем;
- приобретение обучающимися умений проектирования беспилотных авиационных систем;
- получение обучающимися навыков использования специального программного обеспечения для проектирования беспилотных авиационных систем.

Дисциплина «Автоматизированное проектирование и моделирование БАС» обеспечивает подготовку выпускника к эксплуатационно-технологическому и сервисному виду профессиональной деятельности.

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Автоматизированное проектирование и моделирование БАС» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений модуля обязательных дисциплин учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

*знания:*

- частей БПЛА, включая фюзеляж, крылья, двигатели, системы управления и навигации;
- основных принципов аэродинамики, влияющих на проектирование и эксплуатацию БПЛА;

*умения:*

- разрабатывать концептуальные и детализированные проекты БПЛА с учетом всех необходимых требований;
- проводить анализ конструкций на прочность и устойчивость к нагрузкам;

*владеть навыками:*

- работы с инструментами и оборудованием, необходимыми для сборки и ремонта БПЛА;
- методами проектирования и анализа конструкций, включая использование математических и физических моделей.

### 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ОПК-1. Способен работать с готовыми программными продуктами и стандартными программными средствами при решении профессиональных задач	ОПК-1.1 структурировано подходит к анализу выбора программных продуктов и программных средств при решении профессиональных задач;	Знать: классификацию систем автоматизированного проектирования, принципы их построения и показатели качества
	ОПК-1.2 имеет навыки работы с компьютером как средством управления информацией;	Уметь: управлять алгоритмами и методами процесса автоматизированного

	ОПК-1.3 синтезирует законы автоматического управления БВС.	проектирования и моделирования Владеть: программными средствами автоматизации и системами автоматического проектирования и моделирования
ПК-1. Способен применять методы анализа и расчета в аэродинамических механических, электромагнитных и комбинированных системах для решения профессиональных задач	ПК-1.1 использует методы решения задач механики для оценки прочности авиационных конструкций; ПК-1.2 проводит расчет аэродинамических характеристик БВС СВТ, используя методы теоретической и экспериментальной аэродинамики; ПК-1.3 использует метод анализа основ конструкции БВС СВТ, имеющих отношение к их эксплуатации	Знать: основы работы систем управления полетом, включая программное обеспечение и аппаратные компоненты; Уметь: разрабатывать и проводить испытания конструкций БПЛА для проверки их работоспособности и надежности; Владеть: методами проектирования и анализа конструкций, включая использование математических и физических моделей.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1 Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
<b>Общая учебная нагрузка (всего)</b>	<b>180</b> <b>(5 зач. ед.)</b>	-
<b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)</b> <b>в том числе:</b>	<b>85</b>	-
Лекции	34	-
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	34	-
Лабораторные работы	17	-
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса ( <i>расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.</i> )	-	-
<b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>	<b>95</b>	-
Форма аттестации	экзамен	-

##### 4.2 Содержание разделов дисциплины

###### Семестр 4

###### Тема 1. Введение в автоматизированное проектирование БПЛА

Автоматизированное проектирование (АП) БПЛА включает в себя использование компьютерных технологий для создания, анализа и оптимизации конструкций беспилотных летательных аппаратов. В этой лекции рассматриваются основные этапы проектирования, включая концептуальное проектирование, детальное проектирование и верификацию.

Обсуждаются преимущества АП, такие как сокращение времени разработки и повышение точности. Также рассматриваются различные программные инструменты, используемые в процессе проектирования, включая САД-системы и специализированные программы для моделирования аэродинамических характеристик. Важным аспектом является интеграция различных дисциплин, таких как механика, электроника и программирование, для создания комплексных систем. Лекция также затрагивает вопросы стандартизации и сертификации БПЛА. В заключение обсуждаются современные тенденции в области АП и их влияние на развитие авиационной отрасли.

### **Тема 2. Моделирование аэродинамических характеристик БПЛА**

Моделирование аэродинамических характеристик является ключевым этапом в проектировании БПЛА. В этой лекции рассматриваются методы численного моделирования, такие как метод конечных объемов и метод конечных элементов. Обсуждаются программные пакеты, используемые для аэродинамического анализа, такие как ANSYS Fluent и OpenFOAM. Важным аспектом является создание аэродинамических моделей, которые позволяют предсказать поведение БПЛА в различных условиях полета. Лекция также охватывает экспериментальные методы, такие как испытания в аэродинамической трубе, и их сочетание с численными методами. Рассматриваются примеры успешного применения моделирования для оптимизации форм крыльев и фюзеляжей. В заключение обсуждаются перспективы развития технологий моделирования и их влияние на проектирование БПЛА.

### **Тема 3. Системы управления и навигации БПЛА**

Системы управления и навигации играют критическую роль в функционировании БПЛА. В этой лекции рассматриваются основные компоненты систем управления, включая контроллеры, датчики и исполнительные механизмы. Обсуждаются алгоритмы управления, такие как PID-регуляторы и адаптивные системы управления. Важным аспектом является интеграция навигационных систем, таких как GPS и инерциальные навигационные системы (INS), для обеспечения точности позиционирования. Лекция также охватывает вопросы безопасности и надежности систем управления, включая резервирование и диагностику. Рассматриваются современные тенденции в области автоматизации и автономности БПЛА. В заключение обсуждаются перспективы развития систем управления и навигации, включая использование искусственного интеллекта.

### **Тема 4. Проектирование электроники и бортовых систем БПЛА**

Проектирование электроники и бортовых систем является важной частью разработки БПЛА. В этой лекции рассматриваются основные компоненты бортовых систем, включая системы питания, связи и управления. Обсуждаются требования к надежности и устойчивости электроники в условиях эксплуатации. Важным аспектом является выбор компонентов, таких как микроконтроллеры, датчики и радиомодули, для обеспечения функциональности БПЛА. Лекция также охватывает вопросы интеграции различных систем и их взаимодействия. Рассматриваются примеры успешного проектирования бортовых систем для различных типов БПЛА. В заключение обсуждаются современные тенденции в области миниатюризации и повышения энергоэффективности бортовой электроники.

### **Тема 5. Моделирование и симуляция полета БПЛА**

Моделирование и симуляция полета БПЛА позволяют оценить его характеристики и поведение в различных условиях. В этой лекции рассматриваются методы моделирования динамики полета, включая математические модели и программные симуляторы. Обсуждаются основные параметры, влияющие на полет, такие как подъемная сила, сопротивление и центровка. Важным аспектом является использование симуляторов для обучения пилотов и тестирования систем управления. Лекция также охватывает вопросы верификации и валидации моделей полета. Рассматриваются примеры успешного применения симуляции для оптимизации характеристик БПЛА. В заключение обсуждаются перспективы развития технологий моделирования и их влияние на проектирование и эксплуатацию БПЛА.

### **Тема 6. Интеграция систем и модульный подход в проектировании БПЛА**

Интеграция систем и модульный подход являются важными аспектами проектирования БПЛА. В этой лекции рассматриваются принципы модульного проектирования, позволяющие упростить процесс разработки и улучшить масштабируемость. Обсуждаются преимущества

интеграции различных систем, таких как управление, навигация и бортовая электроника. Важным аспектом является использование стандартов и протоколов для обеспечения совместимости модулей. Лекция также охватывает вопросы тестирования и верификации интегрированных систем. Рассматриваются примеры успешного применения модульного подхода в проектировании БПЛА. В заключение обсуждаются перспективы развития интеграции систем и модульного проектирования в авиационной отрасли.

#### **Тема 7. Программное обеспечение для автоматизированного проектирования БПЛА**

Программное обеспечение играет ключевую роль в автоматизированном проектировании БПЛА. В этой лекции рассматриваются основные типы программных инструментов, используемых в процессе проектирования, включая САД-системы, САЕ-системы и программное обеспечение для моделирования. Обсуждаются преимущества использования специализированных программ для аэродинамического анализа и симуляции полета. Важным аспектом является интеграция различных программных инструментов для обеспечения единого рабочего процесса. Лекция также охватывает вопросы лицензирования и выбора программного обеспечения в зависимости от задач проектирования. Рассматриваются примеры успешного применения программного обеспечения в проектировании БПЛА. В заключение обсуждаются современные тенденции в области разработки программных инструментов для авиационной отрасли.

#### **Тема 8. Будущее автоматизированного проектирования и моделирования БПЛА**

Будущее автоматизированного проектирования и моделирования БПЛА связано с развитием новых технологий и подходов. В этой лекции рассматриваются перспективы использования искусственного интеллекта и машинного обучения в проектировании. Обсуждаются возможности применения аддитивных технологий, таких как 3D-печать, для создания сложных конструкций. Важным аспектом является развитие автономных систем и их влияние на проектирование БПЛА. Лекция также охватывает вопросы устойчивого проектирования и экологии в авиации. Рассматриваются примеры инновационных проектов и стартапов в области БПЛА. В заключение обсуждаются вызовы и возможности, стоящие перед отраслью в будущем.

### **4.3 Лекции**

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Введение в автоматизированное проектирование БПЛА	4	
2	Моделирование аэродинамических характеристик БПЛА	4	
3	Системы управления и навигации БПЛА	4	
4	Проектирование электроники и бортовых систем БПЛА	4	
5	Моделирование и симуляция полета БПЛА	4	
6	Интеграция систем и модульный подход в проектировании БПЛА	4	
7	Программное обеспечение для автоматизированного проектирования БПЛА	5	
8	Будущее автоматизированного проектирования и моделирования БПЛА	5	
<b>Итого:</b>		<b>34</b>	

### **4.4 Практические (семинарские) занятия**

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма

1	Введение в автоматизированное проектирование БПЛА	4	
2	Моделирование аэродинамических характеристик БПЛА	4	
3	Системы управления и навигации БПЛА	4	
4	Проектирование электроники и бортовых систем БПЛА	4	
5	Моделирование и симуляция полета БПЛА	4	
6	Интеграция систем и модульный подход в проектировании БПЛА	4	
7	Программное обеспечение для автоматизированного проектирования БПЛА	5	
8	Будущее автоматизированного проектирования и моделирования БПЛА	5	
<b>Итого:</b>		<b>34</b>	

#### 4.5 Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Введение в автоматизированное проектирование БПЛА	2	
2	Моделирование аэродинамических характеристик БПЛА	2	
3	Системы управления и навигации БПЛА	2	
4	Проектирование электроники и бортовых систем БПЛА	2	
5	Моделирование и симуляция полета БПЛА	2	
6	Интеграция систем и модульный подход в проектировании БПЛА	2	
7	Программное обеспечение для автоматизированного проектирования БПЛА	3	
8	Будущее автоматизированного проектирования и моделирования БПЛА	2	
<b>Итого:</b>		<b>17</b>	

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Введение в автоматизированное проектирование БПЛА	Подготовка к практическому занятию и к промежуточной аттестации.	11	
2	Моделирование аэродинамических характеристик БПЛА	Подготовка к практическому занятию и к промежуточной аттестации.	12	
3	Системы управления и навигации БПЛА	Подготовка к практическим занятиям и к промежуточному контролю. Самостоятельный поиск источников информации.	12	

4	Проектирование электроники и бортовых систем БПЛА	Подготовка к практическим занятиям и к промежуточному контролю. Самостоятельный поиск источников информации.	12	
5	Моделирование и симуляция полета БПЛА	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации.	12	
6	Интеграция систем и модульный подход в проектировании БПЛА	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации.	12	
7	Программное обеспечение для автоматизированного проектирования БПЛА	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации.	12	
8	Будущее автоматизированного проектирования и моделирования БПЛА	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации.	12	
<b>Итого:</b>			<b>95</b>	

#### 4.7 Курсовые работы/проекты по дисциплине «Автоматизированное проектирование и моделирование БАС»

Темы курсовых работ.

##### 1. Анализ современных САД-систем для проектирования БПЛА

В данной работе будет проведен обзор популярных САД-систем, используемых в проектировании беспилотных летательных аппаратов. Будут рассмотрены их функциональные возможности, преимущества и недостатки. Также будет проведен сравнительный анализ по критериям, таким как удобство использования, интеграция с другими программами и стоимость лицензий. Важным аспектом станет изучение пользовательского опыта и отзывов специалистов. Работа также может включать примеры успешного применения САД-систем в реальных проектах БПЛА.

##### 2. Моделирование аэродинамических характеристик БПЛА с использованием CFD

В этой курсовой работе будет исследован метод численного моделирования аэродинамических характеристик БПЛА с помощью Computational Fluid Dynamics (CFD). Будут рассмотрены основные принципы работы CFD, а также программные пакеты, такие как ANSYS Fluent и OpenFOAM. Работа включает в себя создание модели крыла БПЛА и анализ полученных результатов. Также будет проведено сравнение результатов численного моделирования с экспериментальными данными. В заключение будут даны рекомендации по оптимизации аэродинамических характеристик.

##### 3. Разработка системы управления полетом для БПЛА

В данной работе будет рассмотрен процесс разработки системы управления полетом для беспилотного летательного аппарата. Будут изучены основные компоненты системы, такие как контроллеры, датчики и исполнительные механизмы. Работа включает в себя анализ различных алгоритмов управления, таких как PID-регуляторы и адаптивные системы. Также будет рассмотрена интеграция системы управления с навигационными системами, такими как GPS и INS. В заключение будет предложен пример реализации системы управления на практике.

#### 4. Использование 3D-печати в производстве компонентов БПЛА

В этой курсовой работе будет исследовано применение технологий 3D-печати в производстве деталей для беспилотных летательных аппаратов. Будут рассмотрены преимущества и недостатки 3D-печати по сравнению с традиционными методами производства. Работа включает в себя анализ материалов, используемых для 3D-печати, и их влияние на характеристики БПЛА. Также будет приведен обзор успешных примеров применения 3D-печати в авиации. В заключение будут даны рекомендации по внедрению 3D-печати в производственные процессы.

#### 5. Анализ и оптимизация конструкции крыла БПЛА

В данной работе будет проведен анализ конструкции крыла беспилотного летательного аппарата с целью оптимизации его аэродинамических характеристик. Будут рассмотрены различные профили крыла и их влияние на подъемную силу и сопротивление. Работа включает в себя моделирование крыла с использованием CAD-систем и анализ результатов. Также будет проведено сравнение различных конструктивных решений. В заключение будут предложены рекомендации по оптимизации конструкции крыла для повышения эффективности полета.

#### 6. Разработка программного обеспечения для симуляции полета БПЛА

В этой курсовой работе будет рассмотрен процесс разработки программного обеспечения для симуляции полета беспилотного летательного аппарата. Будут изучены основные алгоритмы, используемые для моделирования динамики полета. Работа включает в себя создание модели полета и анализ полученных результатов. Также будет рассмотрена интеграция симулятора с системами управления и навигации. В заключение будут даны рекомендации по улучшению точности симуляции.

#### 7. Интеграция систем управления и навигации в БПЛА

В данной работе будет исследована интеграция систем управления и навигации в беспилотных летательных аппаратах. Будут рассмотрены основные компоненты обеих систем и их взаимодействие. Работа включает в себя анализ различных подходов к интеграции, таких как использование стандартных протоколов и интерфейсов. Также будет проведен обзор современных технологий, применяемых в системах навигации, таких как GPS и инерциальные системы. В заключение будут предложены рекомендации по улучшению интеграции систем.

#### 8. Моделирование и анализ устойчивости БПЛА

В этой курсовой работе будет проведено моделирование и анализ устойчивости беспилотного летательного аппарата. Будут рассмотрены основные параметры, влияющие на устойчивость, такие как центр тяжести и форма крыла. Работа включает в себя создание математической модели и анализ динамики полета. Также будет проведено сравнение различных конструктивных решений по устойчивости. В заключение будут даны рекомендации по улучшению устойчивости БПЛА.

#### 9. Разработка системы диагностики и мониторинга состояния БПЛА

В данной работе будет исследована разработка системы диагностики и мониторинга состояния беспилотного летательного аппарата. Будут рассмотрены

основные компоненты системы, такие как датчики и программное обеспечение. Работа включает в себя анализ различных подходов к мониторингу состояния, включая удаленные и автономные системы. Также будет проведен обзор современных технологий, применяемых в системах диагностики. В заключение будут предложены рекомендации по улучшению надежности и безопасности БПЛА.

#### 10. Анализ влияния климатических условий на характеристики БПЛА

В этой курсовой работе будет проведен анализ влияния различных климатических условий на характеристики беспилотных летательных аппаратов. Будут рассмотрены факторы, такие как температура, влажность и ветер, и их влияние на производительность БПЛА. Работа включает в себя моделирование условий полета и анализ полученных результатов. Также будет проведен обзор методов, используемых для адаптации БПЛА к различным климатическим условиям. В заключение будут даны рекомендации по улучшению эксплуатационных характеристик.

#### 11. Оптимизация системы питания БПЛА

В данной работе будет исследована оптимизация системы питания беспилотного летательного аппарата. Будут рассмотрены различные источники энергии, такие как аккумуляторы и солнечные панели, и их влияние на производительность. Работа включает в себя анализ требований к системе питания и выбор оптимальных компонентов. Также будет проведен обзор современных технологий, применяемых в системах питания. В заключение будут даны рекомендации по улучшению энергоэффективности БПЛА.

#### 12. Разработка системы защиты БПЛА от внешних угроз

В этой курсовой работе будет исследована разработка системы защиты беспилотного летательного аппарата от внешних угроз, таких как помехи и кибератаки. Будут рассмотрены основные компоненты системы защиты и их взаимодействие. Работа включает в себя анализ различных подходов к обеспечению безопасности, включая шифрование и аутентификацию. Также будет проведен обзор современных технологий, применяемых в системах защиты. В заключение будут предложены рекомендации по улучшению безопасности БПЛА.

#### 13. Анализ и оптимизация конструкции фюзеляжа БПЛА

В данной работе будет проведен анализ конструкции фюзеляжа беспилотного летательного аппарата с целью оптимизации его аэродинамических характеристик и прочности. Будут рассмотрены различные материалы и технологии, используемые в производстве фюзеляжа. Работа включает в себя моделирование фюзеляжа с использованием САД-систем и анализ полученных результатов. Также будет проведено сравнение различных конструктивных решений. В заключение будут предложены рекомендации по оптимизации конструкции фюзеляжа.

#### 14. Исследование применения искусственного интеллекта в управлении БПЛА

В этой курсовой работе будет исследовано применение технологий искусственного интеллекта в системах управления беспилотными летательными аппаратами. Будут рассмотрены основные алгоритмы машинного обучения и их применение для повышения автономности БПЛА. Работа включает в себя анализ успешных примеров использования ИИ в авиации. Также будет проведен обзор современных технологий и их влияние на проектирование БПЛА. В заключение будут даны рекомендации по внедрению ИИ в системы управления.

#### 15. Разработка и тестирование прототипа БПЛА

В данной работе будет рассмотрен процесс разработки и тестирования прототипа беспилотного летательного аппарата. Будут изучены основные этапы разработки, включая

проектирование, моделирование и сборку. Работа включает в себя анализ требований к прототипу и выбор оптимальных компонентов. Также будет проведен обзор методов тестирования и валидации прототипа. В заключение будут даны рекомендации по улучшению процесса разработки и тестирования.

## **5 Образовательные технологии**

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий: объяснительно-иллюстративного обучения (технология поддерживающего обучения, технология проведения учебной дискуссии), информационных технологий (презентационные материалы), развивающих и инновационных образовательных технологий.

Практические занятия проводятся с использованием развивающих, проблемных, проектных, информационных (использование электронных образовательных ресурсов (электронный конспект) образовательных технологий и беспилотных летательных аппаратов.

## **6 Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины**

### **а) основная литература:**

1 Житомирский, Г. И. Конструкция самолетов [Текст]: учебник для студентов авиационных специальностей вузов / Г. И. Житомирский - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Машиностроение, 2012 - 416 с. : ил. - Библиогр.: с. 413 - ISBN 978-5-217-02771-2., 2005 г.

2. Сафронов, В. С. Оптимальное проектирование консоли крыла ЛА с учетом требований живучести конструкции / В. С. Сафронов, С. Е. Зайцев, М. Ю. Калягин // Полет, 2013 - № 6 - С. 40-50. -Библиогр.: с. 50 (9 назв.).

3. Парафесь, С. Г. Методы обеспечения аэроупругой устойчивости конструкции маневренного беспилотного летательного аппарата / С. Г. Парафесь // Полет, 2015 - № 3 - С. 9-19. - Библиогр.: с. 19 (8 назв.).

4. Конструкция летательных аппаратов [Текст]: учеб. для вузов / под ред. К. Д. Туркина. - ВВИА, 1972 - 533 с.

5 Голубев, И. С. Конструкция и проектирование летательных аппаратов [Текст]: учебник / И.С. Голубев, А. В. Самарин, В. И. Новосельцев; под ред. И. С. Голубева. - М.: Машиностроение, 1995 - 448 с. : ил.

6. Конструктивные решения крыльев и их элементов: учебное пособие / В.И. Никитенко, В.И. Никитенко, А.С. Гусаров, Г.А. Щеглов; Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана. - М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009 - 32 с.: ил., схем. - Библиогр. кн.;То же URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=257269> (21.05.2016).

7 Конструкция самолетов [Текст] : учеб. для вузов / под ред. О. А. Гребенькова. - Казань : ГТУ, 1999 - 320 с. : ил.. - Библиогр.: с. 314-315.

8. Малкин В.Ю. Аэронавигация беспилотных летательных аппаратов. Курс «Введение в специальность»: учебное пособие /В.Ю. Малкин, Т.В. Победа, Г.В. Сыровой, С.Р. Комраз.- Луганск: ИП Орехов Д.А., 2024.-172 с. - ISBN 978-5-6052742-8-5

### **б) дополнительная литература:**

1. Авиационные материалы и технологии [Текст] : юбилейный научно-технический сборник: приложение к журналу "Авиационные материалы и технологии" / под общ. ред. Е. Н. Каблова; Федер. гос. унитар. предприятие "Всерос. науч.-исслед. ин-т авиац. материалов" ; Гос. науч. центр Рос. Федерации. - Москва: ВИАМ, 2017. - 596 с. : ил. - Библиогр. в конце ст. - ISBN 978-5-905217-13-5.

2. Рэндал У. Биард, Тимоти У. МакЛэйн Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика. Москва: ТЕХНОСФЕРА, 2015. – 312 с. - ISBN 978-5-94836-393-6

3. Беспилотные летательные аппараты Справочное пособие. Воронеж, ООО Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2015. – 620с.

### **в) методические указания:**

1. Методические указания по изучению бакалаврами дисциплины «Основы применения БАС» по направлению подготовки 25.03.03 «Аэронавигация», 20.03.01 «Техносферная

безопасность», 20.05.01 «Пожарная безопасность» / Сост.: Сыровой Г.В., Атрошенко Д.В. – Луганск: Изд-во ЛГУ им. Владимира Даля, 2024 г. – 58 с.

2. Методические указания по изучению бакалаврами дисциплины «Введение в деятельность аэронавигации» по направлению подготовки 25.03.03 «Аэронавигация» профиля «Эксплуатация беспилотных авиационных систем» / Сост.: Сыровой Г.В., Атрошенко Д.В. – Луганск: Изд-во ЛГУ им. Владимира Даля, 2024 г. – 40 с.

**г) интернет-ресурсы:**

1. Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>
2. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>
3. Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>
4. Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>
5. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>
6. Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>
7. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

**Электронные библиотечные системы и ресурсы:**

1. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>
2. Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

**Информационный ресурс библиотеки образовательной организации:**

1. Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

**Информационные ресурсы:**

1. Предметно-ориентированный Web-портал «CALS-CAD-CAM-CAE-технологии» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cad.tu-bryansk.ru.> – Загл. С экрана – Яз. рус.
2. Единое окно доступа к образовательным ресурсам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/>.

**7 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Освоение дисциплины «Автоматизированное проектирование и моделирование БАС» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет, беспилотные летательные аппараты, спортивная площадка.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	<a href="https://www.libreoffice.org/">https://www.libreoffice.org/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice">https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice</a>
Операционная система	UBUNTU 19.04	<a href="https://ubuntu.com/">https://ubuntu.com/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu">https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu</a>
Браузер	Firefox Mozilla	<a href="http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx">http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx</a>
Браузер	Opera	<a href="http://www.opera.com">http://www.opera.com</a>

Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	<a href="http://www.mozilla.org/ru/thunderbird">http://www.mozilla.org/ru/thunderbird</a>
Файл-менеджер	Far Manager	<a href="http://www.farmanager.com/download.php">http://www.farmanager.com/download.php</a>
Архиватор	7Zip	<a href="http://www.7-zip.org/">http://www.7-zip.org/</a>
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	<a href="http://www.gimp.org/">http://www.gimp.org/</a> <a href="http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8">http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8</a> <a href="http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP">http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP</a>
Редактор PDF	PDFCreator	<a href="http://www.pdfforge.org/pdfcreator">http://www.pdfforge.org/pdfcreator</a>
Аудиоплеер	VLC	<a href="http://www.videolan.org/vlc/">http://www.videolan.org/vlc/</a>

**8. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

**Паспорт**

**оценочных средств по учебной дисциплине**

«Автоматизированное проектирование и моделирование БАС»

Описание уровней сформированности и критериев оценивания компетенций на этапах их формирования в ходе изучения дисциплины

Этап	Код компетенции	Уровни сформированности компетенции	Критерии оценивания компетенции
<b>Начальный</b>	ОПК-1. Способен работать с готовыми программными продуктами и стандартными программными средствами при решении профессиональных задач	<b>Пороговый</b>	<b>знать:</b> основы работы систем управления полетом, включая программное обеспечение и аппаратные компоненты;
<b>Основной</b>	ПК-1. Способен применять методы анализа и расчета в аэродинамических, механических, электромагнитных и комбинированных системах для решения профессиональных задач	<b>Базовый</b>	<b>уметь:</b> разрабатывать и проводить испытания конструкций БПЛА для проверки их работоспособности и надежности;
<b>Заключительный</b>		<b>Высокий</b>	<b>владеть:</b> методами проектирования и анализа конструкций, включая использование математических и физических моделей

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по дисциплине)	Темы учебной дисциплины	Этапы формирования (семестр изучения)
1.	ОПК-1	Способен работать с готовыми программными продуктами и стандартными программными средствами при решении профессиональных задач	ОПК-1.1 структурировано подходит к анализу выбора программных продуктов и программных средств при решении профессиональных задач; ОПК-1.2 имеет навыки работы с компьютером как средством управления информацией; ОПК-1.3 синтезирует законы автоматического управления БВС.	<i>Тема 1. Введение в автоматизированное проектирование БПЛА</i> <i>Тема 2. Моделирование аэродинамических характеристик БПЛА</i> <i>Тема 3. Системы управления и навигации БПЛА</i> <i>Тема 4. Проектирование электроники и бортовых систем БПЛА</i> <i>Тема 5. Моделирование и симуляция полета БПЛА</i> <i>Тема 6. Интеграция систем и модульный подход в проектировании БПЛА</i> <i>Тема 7. Программное обеспечение для автоматизированного проектирования БПЛА</i> <i>Тема 8. Будущее автоматизированного проектирования и моделирования БПЛА</i>	Начальный, Основной, Заключительный  4
2.	ПК-1	Способен применять методы анализа и расчета в аэродинамических механических, электромагнитных и комбинированных системах для решения	ПК-1.1 использует методы решения задач механики для оценки прочности авиационных конструкций; ПК-1.2 проводит расчет	<i>Тема 1. Введение в автоматизированное проектирование БПЛА</i> <i>Тема 2. Моделирование аэродинамических характеристик БПЛА</i>	Начальный, Основной, Заключительный  4

		профессиональных задач	аэродинамических характеристик ВВС СВТ, используя методы теоретической и экспериментальной аэродинамики; ПК-1.3 использует методы анализа основ конструкции ВВС СВТ, имеющих отношение к их эксплуатации	<p><i>Тема 3. Системы управления и навигации БПЛА</i></p> <p><i>Тема 4. Проектирование электроники и бортовых систем БПЛА</i></p> <p><i>Тема 5. Моделирование и симуляция полета БПЛА</i></p> <p><i>Тема 6. Интеграция систем и модульный подход в проектировании БПЛА</i></p> <p><i>Тема 7. Программное обеспечение для автоматизированного проектирования БПЛА</i></p> <p><i>Тема 8. Будущее автоматизированного проектирования и моделирования БПЛА</i></p>	
--	--	------------------------	--	--	--

## Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код компетенции	Индикаторы достижений компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ОПК-1	ОПК-1.1 структурировано подходит к анализу выбора программных продуктов и программных средств при решении профессиональных задач; ОПК-1.2 имеет навыки работы с компьютером как средством управления информацией; ОПК-1.3 синтезирует законы	<p>знать: классификацию систем автоматического управления, принципы их построения и показатели качества</p> <p>уметь: управлять алгоритмами и методами процесса функционирования систем автоматического управления</p> <p>владеть: программными средствами автоматизации и системами</p>	<p><i>Тема 1. Введение в автоматизированное проектирование БПЛА</i></p> <p><i>Тема 2. Моделирование аэродинамических характеристик БПЛА</i></p> <p><i>Тема 3. Системы управления и навигации БПЛА</i></p> <p><i>Тема 4. Проектирование электроники и бортовых систем БПЛА</i></p> <p><i>Тема 5. Моделирование и симуляция полета БПЛА</i></p>	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала, задания по практическим занятиям, Лабораторные занятия реферат, курсовая работа, экзамен

		автоматического управления БВС.	автоматического управления	<p><i>Тема 6. Интеграция систем и модульный подход в проектировании БПЛА</i></p> <p><i>Тема 7. Программное обеспечение для автоматизированного проектирования БПЛА</i></p> <p><i>Тема 8. Будущее автоматизированного проектирования и моделирования БПЛА</i></p>	
2.	ПК-1	<p>ПК-1.1 использует методы решения задач механики для оценки прочности авиационных конструкций;</p> <p>ПК-1.2 проводит расчет аэродинамических характеристик ВВС СВТ, используя методы теоретической и экспериментальной аэродинамики;</p> <p>ПК-1.3 использует методы анализа основ конструкции ВВС СВТ, имеющих отношение к их эксплуатации</p>	<p>знать: основы систем управления полетом, включая программное обеспечение и аппаратные компоненты;</p> <p>уметь: разрабатывать и проводить испытания конструкций БПЛА для проверки их работоспособности и надежности;</p> <p>владеть: методами проектирования и анализа конструкций, включая использование математических и физических моделей</p>	<p><i>Тема 1. Введение в автоматизированное проектирование БПЛА</i></p> <p><i>Тема 2. Моделирование аэродинамических характеристик БПЛА</i></p> <p><i>Тема 3. Системы управления и навигации БПЛА</i></p> <p><i>Тема 4. Проектирование электроники и бортовых систем БПЛА</i></p> <p><i>Тема 5. Моделирование и симуляция полета БПЛА</i></p> <p><i>Тема 6. Интеграция систем и модульный подход в проектировании БПЛА</i></p> <p><i>Тема 7. Программное обеспечение для автоматизированного проектирования БПЛА</i></p>	<p>Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала, задания по практиicum занятиям, Лабораторные занятия реферат, курсовая работа, экзамен</p>

				Тема 8. Будущее автоматизированного проектирования и моделирования БПЛА	
--	--	--	--	---	--

**1. Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала**  
(пороговый уровень):

1. Что такое БПЛА и какие основные компоненты входят в его конструкцию?
2. Каковы основные типы БПЛА и их характеристики?
3. Каковы принципы аэродинамики, применяемые в проектировании БПЛА?
4. Какие материалы используются в конструкции БПЛА и каковы их преимущества и недостатки?
5. Как осуществляется выбор материалов для различных компонентов БПЛА?
6. Каковы основные системы управления полетом БПЛА и их функции?
7. Каковы требования к системам электроснабжения БПЛА?
8. Как проектируются и тестируются системы управления БПЛА?
9. Каковы методы анализа прочности конструкций БПЛА?
10. Каковы основные этапы проектирования БПЛА?
11. Как осуществляется моделирование аэродинамических характеристик БПЛА?
12. Каковы методы испытаний на прочность и устойчивость конструкций БПЛА?
13. Каковы современные технологии, применяемые в конструкции БПЛА?
14. Каковы экологические аспекты проектирования БПЛА?
15. Каковы требования к системам безопасности БПЛА?
16. Как проектируются БПЛА для специфических задач, таких как мониторинг или доставка?
17. Каковы особенности конструкции БПЛА для работы в сложных климатических условиях?
18. Каковы методы оптимизации конструкции БПЛА для повышения энергоэффективности?
19. Как осуществляется интеграция различных систем (управления, навигации, связи) в БПЛА?
20. Каковы правовые и нормативные аспекты, влияющие на проектирование БПЛА?
21. Каковы основные проблемы и вызовы, с которыми сталкиваются инженеры при проектировании БПЛА?
22. Каковы перспективы развития технологий в области конструкции БПЛА?
23. Каковы примеры успешных проектов БПЛА и их конструктивные особенности?
24. Как осуществляется диагностика и обслуживание конструкций БПЛА?
25. Каковы методы защиты БПЛА от внешних воздействий и повреждений?
26. Каковы требования к аэродинамическим характеристикам БПЛА для различных типов полетов?
27. Каковы особенности проектирования БПЛА для военных и гражданских целей?
28. Каковы методы анализа и оценки рисков при проектировании БПЛА?
29. Каковы основные принципы работы систем навигации БПЛА?
30. Каковы тенденции и прогнозы по развитию конструкции БПЛА в ближайшие годы?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству

*«комбинированный контроль усвоения теоретического материала»*

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)

4	Ответ дан на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Ответ дан на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

## 2. Тестовые задания

(пороговый уровень)

1. Какой из следующих материалов чаще всего используется в конструкции фюзеляжа самолета?

- A) Дерево
- B) Сталь
- C) Алюминий
- D) Пластик

Ответ: C) Алюминий

2. Какой элемент самолета отвечает за управление его высотой?

- A) Элероны
- B) Руль высоты
- C) Закрылки
- D) Стабилизатор

Ответ: B) Руль высоты

3. Какой из следующих типов крыльев обеспечивает наибольшую подъемную силу?

- A) Прямое крыло
- B) Скошенное крыло
- C) Дельтовидное крыло
- D) Крыло с высокой подъемной силой

Ответ: D) Крыло с высокой подъемной силой

4. Какой из следующих элементов конструкции самолета отвечает за его устойчивость?

- A) Фюзеляж
- B) Крылья
- C) Стабилизатор
- D) Двигатели

Ответ: C) Стабилизатор

5. Какой из следующих типов двигателей чаще всего используется в современных пассажирских самолетах?

- A) Поршневой двигатель
- B) Турбовинтовой двигатель
- C) Турбореактивный двигатель
- D) Электрический двигатель

Ответ: C) Турбореактивный двигатель

6. Какой из следующих факторов не влияет на аэродинамические характеристики самолета?

- A) Форма крыла
- B) Вес самолета
- C) Цвет корпуса
- D) Скорость полета

Ответ: С) Цвет корпуса

7. Какой элемент конструкции самолета используется для увеличения подъемной силы при взлете и посадке?

- А) Элероны
- В) Закрылки
- С) Руль направления
- Д) Стабилизатор

Ответ: В) Закрылки

8. Какой из следующих типов фюзеляжа обеспечивает наибольшую прочность?

- А) Трубчатый
- В) Монокок
- С) Полумонокок
- Д) Конструктивный

Ответ: В) Монокок

9. Какой из следующих параметров влияет на максимальную скорость самолета?

- А) Площадь крыла
- В) Двигательная мощность
- С) Угол атаки
- Д) Все вышеперечисленные

Ответ: D) Все вышеперечисленные

10. Какой из следующих элементов конструкции самолета отвечает за управление его поворотами?

- А) Элероны
- В) Руль высоты
- С) Закрылки
- Д) Стабилизатор

Ответ: А) Элероны

11. Какой из следующих типов самолетов имеет наименьшую скорость при взлете?

- А) Грузовой самолет
- В) Пассажирский самолет
- С) Легкий спортивный самолет
- Д) Военный истребитель

Ответ: С) Легкий спортивный самолет

12. Какой из следующих факторов влияет на дальность полета самолета?

- А) Вес самолета
- В) Эффективность двигателей
- С) Аэродинамические характеристики
- Д) Все вышеперечисленные

Ответ: D) Все вышеперечисленные

13. Какой из следующих элементов конструкции самолета используется для управления его направлением?

- А) Элероны
- В) Руль направления
- С) Закрылки
- Д) Стабилизатор

Ответ: В) Руль направления

14. Какой из следующих типов самолетов имеет наибольшую грузоподъемность?

- A) Пассажирский самолет
- B) Грузовой самолет
- C) Военный истребитель
- D) Легкий спортивный самолет

Ответ: B) Грузовой самолет

15. Какой из следующих методов используется для анализа прочности конструкции самолета?

- A) Численное моделирование
- B) Экспериментальные испытания
- C) Лабораторные испытания
- D) Все вышеперечисленные

Ответ: D) Все вышеперечисленные

16. Какой из следующих типов крыльев обеспечивает наименьшее сопротивление при высоких скоростях?

- A) Прямое крыло
- B) Скошенное крыло
- C) Дельтовидное крыло
- D) Крыло с высокой подъемной силой

Ответ: C) Дельтовидное крыло

17. Какой из следующих факторов влияет на угол атаки самолета?

- A) Положение центра тяжести
- B) Скорость полета
- C) Угол наклона руля высоты
- D) Все вышеперечисленные

Ответ: D) Все вышеперечисленные

18. Какой из следующих типов двигателей используется в малых самолетах?

- A) Турбовинтовой двигатель
- B) Поршневой двигатель
- C) Турбореактивный двигатель
- D) Все вышеперечисленные

Ответ: B) Поршневой двигатель

19. Какой из следующих элементов конструкции самолета может быть использован для уменьшения сопротивления?

- A) Элероны
- B) Закрылки
- C) Флаперы
- D) Все вышеперечисленные

Ответ: C) Флаперы

20. Какой из следующих методов используется для повышения надежности самолета?

- A) Регулярное обслуживание
- B) Использование резервных систем
- C) Тестирование и валидация
- D) Все вышеперечисленные

Ответ: D) Все вышеперечисленные

## Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «тестирование»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	85 – 100% правильных ответов
4	71 – 85% правильных ответов
3	61 – 70% правильных ответов
2	60% правильных ответов и ниже

### 3. Практическое задание (высокий уровень)

1. Задание: Определите, какие материалы лучше всего подходят для конструкции фюзеляжа легкого самолета.

Ответ: Алюминий и композитные материалы (углеродные волокна) обеспечивают легкость и прочность.

2. Задание: Рассчитайте площадь крыла для самолета с размахом 10 м и средней шириной 1,5 м.

Ответ: Площадь крыла = размах × средняя ширина = 10 м × 1,5 м = 15 м<sup>2</sup>.

3. Задание: Опишите, как изменение угла атаки влияет на подъемную силу.

Ответ: Увеличение угла атаки до определенного предела увеличивает подъемную силу, но превышение критического угла приводит к сваливанию.

4. Задание: Проведите анализ прочности крыла с использованием метода конечных элементов (МКЭ).

Ответ: Используйте программное обеспечение для МКЭ, чтобы смоделировать нагрузки и определить места максимальных напряжений.

5. Задание: Определите, какие элементы конструкции самолета отвечают за его устойчивость.

Ответ: Стабилизаторы (горизонтальный и вертикальный) обеспечивают устойчивость по Pitch и Yaw.

6. Задание: Рассчитайте максимальную скорость самолета с заданной мощностью двигателя 200 л.с. и весом 1000 кг.

Ответ: Используйте формулу:  $V_{max} = (P / W)^{1/3} \times 0.5$ , где P - мощность, W - вес. Примерный расчет:  $V_{max} \approx 60$  м/с.

7. Задание: Опишите, как закрылки влияют на характеристики самолета при взлете и посадке.

Ответ: Закрылки увеличивают подъемную силу и уменьшают скорость сваливания, что позволяет безопасно взлетать и садиться на меньших скоростях.

8. Задание: Проведите эксперимент по измерению аэродинамического сопротивления модели крыла в аэродинамической трубе.

Ответ: Измерьте силу сопротивления при различных углах атаки и скоростях, используя датчики и записывая данные.

9. Задание: Определите, как расположение центра тяжести влияет на управляемость самолета.

Ответ: Если центр тяжести смещен вперед, самолет будет более устойчивым, но менее маневренным. Если смещен назад, управляемость ухудшается.

10. Задание: Рассчитайте необходимую длину взлетно-посадочной полосы для самолета с заданными характеристиками.

Ответ: Используйте формулу, учитывающую вес, мощность и аэродинамические характеристики, чтобы определить минимальную длину полосы.

11. Задание: Опишите, как конструкция крыла может быть оптимизирована для уменьшения веса.

Ответ: Используйте композитные материалы, уменьшите толщину профиля и примените ребра жесткости для повышения прочности при меньшем весе.

12. Задание: Проведите анализ влияния температуры на характеристики двигателя самолета.

Ответ: Изучите, как повышение температуры влияет на плотность воздуха и, следовательно, на мощность и эффективность двигателя.

13. Задание: Определите, какие системы управления используются для стабилизации самолета в полете.

Ответ: Используются автоматические системы управления полетом (FC) и механизмы управления (электронные и гидравлические).

14. Задание: Рассчитайте необходимую мощность двигателя для самолета с заданной грузоподъемностью и скоростью.

Ответ: Используйте формулу:  $P = (W \times V) / (\eta)$ , где  $W$  - вес,  $V$  - скорость,  $\eta$  - КПД.

15. Задание: Опишите, как конструкция фюзеляжа может быть улучшена для повышения безопасности.

Ответ: Используйте прочные материалы, добавьте защитные зоны и улучшите конструкцию для поглощения ударов.

16. Задание: Проведите исследование по выбору оптимального профиля крыла для конкретного типа самолета.

Ответ: Сравните различные профили по подъемной силе и сопротивлению, выберите наиболее подходящий для заданных условий.

17. Задание: Определите, как влияет высота полета на производительность двигателя.

Ответ: На высоте плотность воздуха ниже, что снижает мощность двигателя и эффективность.

18. Задание: Рассчитайте угол наклона крыла для достижения оптимальной подъемной силы.

Ответ: Используйте данные о профиле крыла и аэродинамических характеристиках для определения оптимального угла.

19. Задание: Опишите, как можно улучшить аэродинамические характеристики самолета.

Ответ: Уменьшите сопротивление, оптимизируйте форму фюзеляжа и крыла, используйте обтекаемые формы.

20. Задание: Проведите анализ жизненного цикла конструкции самолета с точки зрения экологии.

Ответ: Оцените воздействие на окружающую среду на всех этапах: производство, эксплуатация и утилизация.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «практическое задание»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Практические задания выполнены на высоком уровне (правильные ответы даны на 90 – 100% вопросов/задач)
4	Практические задания выполнены на среднем уровне (правильные ответы даны на 75 – 89% вопросов/задач)
3	Практические задания выполнены на низком уровне (правильные ответы даны на 50 – 74% вопросов/задач)
2	Практические задания выполнены на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50%)

#### 4. Лабораторное задание

(высокий уровень)

1. Лабораторная работа: Моделирование крыла БПЛА в CAD-системе

Задание: Создайте 3D-модель крыла БПЛА в CAD-системе (например, SolidWorks).

Ответ: В CAD-системе создайте новый проект и выберите плоскость для рисования. Используйте инструменты эскизирования для создания профиля крыла, учитывая аэродинамические характеристики. Затем примените функцию "Выдавливание" для создания 3D-модели. Убедитесь, что размеры соответствуют заданным параметрам. Сохраните модель и экспортируйте в формат STL для дальнейшего использования в 3D-печати.

2. Лабораторная работа: Аэродинамическое моделирование крыла

Задание: Проведите аэродинамическое моделирование крыла с использованием CFD.

Ответ: Импортируйте 3D-модель крыла в программное обеспечение CFD (например, ANSYS Fluent). Настройте параметры потока, такие как скорость и плотность воздуха. Создайте сетку для модели, обеспечивая достаточную детализацию в области крыла. Запустите симуляцию и проанализируйте результаты, включая распределение давления и подъемную силу. Сравните полученные данные с теоретическими расчетами.

3. Лабораторная работа: Разработка системы управления полетом

Задание: Создайте простую модель системы управления полетом для БПЛА.

Ответ: Используйте программное обеспечение для моделирования (например, MATLAB/Simulink) для создания модели системы управления. Определите входные и выходные параметры, такие как угол наклона и скорость. Реализуйте алгоритм PID-регулятора для управления полетом. Проведите симуляцию и проанализируйте отклик системы на изменения входных данных. Оптимизируйте параметры регулятора для достижения стабильного управления.

4. Лабораторная работа: Анализ устойчивости БПЛА

Задание: Проведите анализ устойчивости БПЛА с использованием математической модели.

Ответ: Создайте математическую модель динамики полета БПЛА, учитывая его массу, размеры и аэродинамические характеристики. Определите уравнения движения и проведите линейный анализ устойчивости. Используйте методы, такие как метод Ляпунова, для оценки устойчивости системы. Проведите численные расчеты и постройте графики отклика системы на возмущения. Сделайте выводы о стабильности полета.

5. Лабораторная работа: Оптимизация конструкции фюзеляжа

Задание: Оптимизируйте конструкцию фюзеляжа БПЛА для снижения веса.

Ответ: Используйте CAD-систему для создания модели фюзеляжа и проведите анализ прочности с помощью метода конечных элементов (МКЭ). Определите критические зоны, подверженные нагрузкам, и измените геометрию для уменьшения веса. Примените легкие материалы, такие как углеродные волокна. Проведите повторный анализ прочности и сравните результаты с исходной моделью.

#### 6. Лабораторная работа: Моделирование системы питания БПЛА

Задание: Создайте модель системы питания для БПЛА.

Ответ: Определите требования к системе питания, включая типы используемых аккумуляторов и их характеристики. Создайте схему подключения компонентов, включая контроллеры и датчики. Используйте программное обеспечение для моделирования электрических цепей (например, LTspice) для анализа работы системы. Проведите симуляцию и оцените эффективность системы питания. Сделайте выводы о возможности использования альтернативных источников энергии.

#### 7. Лабораторная работа: Тестирование бортовой электроники

Задание: Проведите тестирование бортовой электроники БПЛА.

Ответ: Соберите бортовую электронику, включая контроллеры, датчики и системы связи. Проведите функциональные тесты на каждом компоненте, проверяя их работоспособность. Используйте осциллограф и мультиметр для измерения электрических параметров. Запишите результаты тестирования и выявите возможные неисправности. Проведите анализ и предложите решения для устранения выявленных проблем.

#### 8. Лабораторная работа: Симуляция полета БПЛА

Задание: Создайте симуляцию полета БПЛА с использованием программного обеспечения.

Ответ: Используйте программное обеспечение для симуляции полета (например, X-Plane или FlightGear). Импортируйте модель БПЛА и настройте параметры полета, такие как скорость и высота. Проведите симуляцию в различных условиях, включая разные погодные условия и нагрузки. Запишите данные о производительности и стабильности полета. Проанализируйте результаты и сделайте выводы о характеристиках БПЛА.

#### 9. Лабораторная работа: Разработка системы навигации

Задание: Создайте модель системы навигации для БПЛА.

Ответ: Определите компоненты системы навигации, включая GPS и инерциальные датчики. Создайте схему подключения и настройте программное обеспечение для обработки данных. Проведите тестирование системы в реальных условиях, записывая данные о местоположении и скорости. Проанализируйте точность навигации и выявите возможные источники ошибок. Предложите улучшения для повышения точности системы.

#### 10. Лабораторная работа: Исследование влияния климатических условий

Задание: Проведите исследование влияния климатических условий на характеристики БПЛА.

Ответ: Определите ключевые климатические факторы, такие как температура, влажность и ветер. Создайте модель БПЛА и проведите симуляции в различных климатических условиях. Запишите данные о производительности и стабильности полета. Проанализируйте влияние каждого фактора на характеристики БПЛА. Сделайте выводы о необходимости адаптации конструкции к различным условиям.

#### 11. Лабораторная работа: Оптимизация алгоритмов управления

Задание: Оптимизируйте алгоритмы управления для БПЛА.

Ответ: Изучите существующие алгоритмы управления, такие как PID и LQR. Проведите симуляцию работы каждого алгоритма в различных условиях. Запишите данные о времени отклика и стабильности системы. Оптимизируйте параметры алгоритмов для достижения лучших результатов. Сравните эффективность оптимизированных алгоритмов с исходными.

#### 12. Лабораторная работа: Анализ и тестирование системы связи

Задание: Проведите анализ и тестирование системы связи БПЛА.

Ответ: Определите компоненты системы связи, включая радиомодули и антенны. Проведите тестирование на дальность связи и устойчивость к помехам. Запишите результаты тестирования и выявите возможные проблемы. Проанализируйте влияние различных факторов на качество связи. Предложите решения для улучшения системы связи.

#### 13. Лабораторная работа: Разработка системы диагностики

Задание: Создайте систему диагностики для БПЛА.

Ответ: Определите параметры, которые необходимо контролировать, такие как температура, напряжение и состояние двигателей. Разработайте алгоритмы для сбора и анализа данных. Проведите тестирование системы в реальных условиях, записывая данные о состоянии БПЛА. Проанализируйте результаты и выявите возможные неисправности. Предложите улучшения для повышения надежности системы.

#### 14. Лабораторная работа: Исследование методов защиты БПЛА

Задание: Проведите исследование методов защиты БПЛА от внешних угроз.

Ответ: Изучите существующие методы защиты, такие как шифрование данных и системы аутентификации. Проведите анализ уязвимостей системы и выявите потенциальные угрозы. Разработайте рекомендации по улучшению безопасности БПЛА. Проведите тестирование предложенных методов в реальных условиях. Запишите результаты и сделайте выводы о их эффективности.

#### 15. Лабораторная работа: Оценка экономической эффективности БПЛА

Задание: Проведите оценку экономической эффективности использования БПЛА.

Ответ: Определите основные затраты на разработку, эксплуатацию и обслуживание БПЛА. Проведите анализ затрат и выгод, учитывая различные сценарии использования. Рассчитайте срок окупаемости инвестиций. Проанализируйте влияние различных факторов на экономическую эффективность. Сделайте выводы о целесообразности использования БПЛА в различных отраслях.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «практическое задание»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Лабораторные задания выполнены на высоком уровне (правильные ответы даны на 90 – 100% вопросов/задач)
4	Лабораторные задания выполнены на среднем уровне (правильные ответы даны на 75 – 89% вопросов/задач)
3	Лабораторные задания выполнены на низком уровне (правильные ответы даны на 50 – 74% вопросов/задач)
2	Лабораторные задания выполнены на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50%)

## 5. Реферат

(базовый уровень)

### 1. История развития беспилотных летательных аппаратов (БПЛА)

Обзор ключевых этапов в развитии БПЛА, начиная с первых моделей и заканчивая современными технологиями.

### 2. Современные САД-системы в проектировании БПЛА

Анализ популярных САД-систем, их функциональные возможности и применение в проектировании БПЛА.

### 3. Методы численного моделирования в аэродинамике БПЛА

Рассмотрение методов CFD (Computational Fluid Dynamics) и их применение для анализа аэродинамических характеристик БПЛА.

### 4. Системы управления полетом БПЛА: принципы и технологии

Обзор основных компонентов систем управления полетом, включая контроллеры, датчики и алгоритмы управления.

### 5. Применение 3D-печати в производстве компонентов БПЛА

Исследование технологий 3D-печати и их влияние на процесс производства деталей для БПЛА.

### 6. Оптимизация конструкции БПЛА с использованием методов МКЭ

Применение метода конечных элементов (МКЭ) для анализа и оптимизации конструкции БПЛА.

7. Анализ устойчивости БПЛА: методы и подходы

Обзор методов анализа устойчивости БПЛА, включая линейный и нелинейный анализ.

8. Интеграция систем навигации и управления в БПЛА

Принципы интеграции систем навигации, таких как GPS и инерциальные системы, с системами управления.

9. Экологические аспекты проектирования БПЛА

Вопросы устойчивого проектирования и экологии в разработке БПЛА, включая использование экологически чистых материалов.

10. Будущее автоматизированного проектирования БПЛА

Перспективы развития технологий автоматизированного проектирования и моделирования БПЛА.

11. Методы тестирования и валидации БПЛА

Различные методы тестирования и валидации БПЛА, включая наземные и летные испытания.

12. Роль искусственного интеллекта в управлении БПЛА

Применение технологий искусственного интеллекта для улучшения систем управления БПЛА.

13. Системы диагностики и мониторинга состояния БПЛА

Разработка систем диагностики и мониторинга состояния БПЛА, включая методы сбора и анализа данных.

14. Анализ и оптимизация системы питания БПЛА

Различные источники энергии, используемые в БПЛА, и методы оптимизации системы питания.

15. Применение БПЛА в различных отраслях: возможности и вызовы

Исследование применения БПЛА в таких отраслях, как сельское хозяйство, строительство и охрана окружающей среды, а также связанных с этим вызовов.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «реферат»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Реферат представлен на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.). Оформлен в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ
4	Реферат представлен на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.). В оформлении допущены некоторые неточности в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ
3	Реферат представлен на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.). В оформлении допущены ошибки в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ
2	Реферат представлен на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

**6. Оценочные средства для промежуточной аттестации  
(курсовая работа)**

**Тема: Автоматизированное проектирование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА)**

## Введение

В этом разделе следует представить актуальность темы, обозначить цели и задачи работы. Объясните, почему автоматизированное проектирование является важным аспектом в разработке БПЛА, и как оно влияет на эффективность и безопасность полетов.

### Глава 1: Обзор технологий автоматизированного проектирования

#### 1.1. Определение автоматизированного проектирования

Опишите, что такое автоматизированное проектирование и его основные принципы.

#### 1.2. CAD-системы и их применение

Обсудите различные CAD-системы, используемые в проектировании БПЛА, такие как SolidWorks, CATIA и AutoCAD. Укажите их функциональные возможности и преимущества.

#### 1.3. Методы численного моделирования

Рассмотрите методы, такие как CFD (Computational Fluid Dynamics) и МКЭ (метод конечных элементов), и их применение в аэродинамическом анализе БПЛА.

### Глава 2: Процесс проектирования БПЛА

#### 2.1. Этапы проектирования

Опишите основные этапы проектирования БПЛА, включая концептуальное проектирование, детальное проектирование и верификацию.

#### 2.2. Интеграция систем

Обсудите, как осуществляется интеграция различных систем (управления, навигации, бортовой электроники) в БПЛА.

#### 2.3. Примеры успешных проектов

Приведите примеры успешных проектов БПЛА, где использовалось автоматизированное проектирование.

### Глава 3: Проблемы и перспективы автоматизированного проектирования БПЛА

#### 3.1. Проблемы и вызовы

Обсудите основные проблемы, с которыми сталкиваются разработчики при автоматизированном проектировании БПЛА, такие как сложность интеграции систем и требования к безопасности.

#### 3.2. Перспективы развития

Рассмотрите перспективы развития технологий автоматизированного проектирования, включая использование искусственного интеллекта и аддитивных технологий.

#### Заключение

Подведите итоги работы, обобщите основные выводы и рекомендации. Укажите на важность автоматизированного проектирования для будущего развития БПЛА и авиационной отрасли в целом.

#### Список литературы

Перечислите все источники, использованные в процессе написания курсовой работы, включая книги, статьи, интернет-ресурсы и нормативные документы.

#### Приложения

При необходимости добавьте приложения, такие как графики, таблицы, схемы и фотографии, которые могут помочь в иллюстрации ваших выводов.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – *курсовая работа*.

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и

	правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

## 6. Оценочные средства по экзамену

### Вопросы к экзамену

1. Что такое автоматизированное проектирование (АП) и как оно применяется в разработке БПЛА?
2. Какие основные этапы включает в себя процесс проектирования БПЛА?
3. Каковы преимущества использования САД-систем в проектировании БПЛА?
4. Что такое CFD (Computational Fluid Dynamics) и как он используется для анализа аэродинамических характеристик БПЛА?
5. Каковы основные компоненты системы управления полетом БПЛА?
6. Каковы требования к системам навигации для БПЛА?
7. Как 3D-печать влияет на процесс производства компонентов БПЛА?
8. Что такое метод конечных элементов (МКЭ) и как он применяется в проектировании БПЛА?
9. Каковы основные параметры, влияющие на устойчивость БПЛА?
10. Как осуществляется интеграция различных систем (управления, навигации, бортовой электроники) в БПЛА?
11. Каковы основные алгоритмы управления, используемые в системах управления БПЛА?
12. Каковы преимущества и недостатки использования электрических двигателей в БПЛА?
13. Каковы основные факторы, влияющие на выбор материалов для конструкции БПЛА?
14. Как осуществляется моделирование динамики полета БПЛА?
15. Что такое система мониторинга состояния БПЛА и как она работает?
16. Каковы основные методы тестирования и валидации БПЛА?
17. Каковы требования к системам безопасности для БПЛА?
18. Как искусственный интеллект может быть использован в управлении БПЛА?
19. Каковы основные тенденции в области автоматизации проектирования БПЛА?
20. Каковы преимущества модульного подхода в проектировании БПЛА?
21. Как осуществляется анализ аэродинамических характеристик БПЛА с помощью численных методов?
22. Каковы основные компоненты системы питания БПЛА?

23. Каковы требования к программному обеспечению для моделирования и симуляции БПЛА?

24. Как осуществляется оптимизация конструкции крыла БПЛА?

25. Каковы основные принципы работы систем управления высотой БПЛА?

26. Каковы основные методы диагностики и обслуживания БПЛА?

27. Каковы перспективы использования беспилотных технологий в различных отраслях?

28. Как осуществляется анализ и оптимизация конструкции фюзеляжа БПЛА?

29. Каковы основные вызовы при внедрении новых технологий в проектирование БПЛА?

30. Каковы основные аспекты экологии и устойчивого проектирования в разработке БПЛА?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – экзамен.

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

## 7. Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

При необходимости рабочая программа учебной дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК). В случае необходимости обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося), а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой

реабилитации инвалида могут предлагаться следующие варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников, например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения – аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной (модулем), за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

- продолжительность сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, – не более чем на 90 минут;

- продолжительность подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, – не более чем на 20 минут;

- продолжительность выступления обучающегося при защите курсовой работы – не более чем на 15 минут.

## Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений с указанием страниц	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)
1.			
2.			
3.			
4.			