



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
(РОСАВИАЦИЯ)**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАН-  
СКОЙ АВИАЦИИ ИМЕНИ  
ГЛАВНОГО МАРШАЛА АВИАЦИИ А.А. НОВИКОВА»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Ректор

*Л.Ю. Михальчевский*

« 23 » *ноября* 2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Конструкция беспилотных воздушных судов**

Направление подготовки

**01.03.04 Прикладная математика**

Направленность программы (профиль)

**Математическое и программное обеспечение беспилотных авиационных систем**

Квалификация выпускника

**Бакалавр**

Форма обучения

**очная**

Санкт-Петербург  
2023

## **1 Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Конструкция беспилотных воздушных судов» являются формирование знаний, умений и навыков для успешной профессиональной деятельности в области математического и программного обеспечения беспилотных авиационных систем, в части знаний конструкции, оценки состояния беспилотных воздушных судов с точки зрения их прочности, жесткости, долговечности и живучести путем рассмотрения типовых конструкций беспилотных воздушных судов и изучения методов их расчета используя современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей, а так же подготовка конструкторско-технологической документации руководствуясь нормативно-техническими документами.

Задачами освоения дисциплины являются:

- овладение знаниями о конструкции планера и силовых установок беспилотных воздушных судов, применяемых в гражданской авиации;
- ознакомление обучающихся с основными требованиями, предъявляемыми к конструкции планера и силовых установок беспилотных воздушных судов, в том числе: с нормированием нагрузок на планер и двигатель на всех этапах полета и при посадке; ознакомление с вопросами аэроупругости, расчетом на прочность планера и силовой установки.
- формирование методов оценки влияния эксплуатационных факторов и условий эксплуатации на надежность конструкции и безопасность полетов в гражданской авиации;
- овладение принципами и методами сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации, применяя знания из последних достижений отечественной и зарубежной науки, техники и технологии конструкционных материалов;
- ознакомление обучающихся с требованиями к основным агрегатам беспилотных воздушных судов;
- формирование знаний о тенденциях развития материалов, технологии производства и эксплуатации беспилотных авиационных систем.
- формирование умения и навыков прогнозирования технического состояния конструкции планера и силовых установок беспилотных воздушных судов в процессе эксплуатации.

Дисциплина обеспечивает подготовку выпускника к решению задач профессиональной деятельности научно-исследовательского типа.

## **2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина «Конструкция беспилотных воздушных судов» представляет собой дисциплину, относящуюся к части, обязательных Блока 1 Дисциплины (модули).

Данная дисциплина базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплин: «Программно-аппаратная архитектура беспилотных авиационных систем», «Траекторные задачи динамики полёта беспилотных воздушных судов».

Дисциплина «Конструкция беспилотных воздушных судов» является обеспечивающей для дисциплин: «Прикладные задачи вычислительной математики», «Траекторные задачи динамики полёта беспилотных воздушных судов», «Основы криптографии», «Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена», «Производственная практика(научно-исследовательская работа)», «Выполнение и защита выпускной квалификационной работы».

Дисциплина изучается в 7 семестре.

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

Процесс освоения дисциплины «Конструкция беспилотных воздушных судов» направлен на формирование следующих компетенций:

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<b>ОПК-1</b>	Способен применять знание фундаментальной математики и естественно-научных дисциплин при решении задач в области естественных наук и инженерной практике
ИД <sup>1</sup> <sub>ОПК1</sub>	Применяет знания фундаментальной математики при решении поставленных задач
<b>ОПК-2</b>	Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализировать результаты, оценивать надежность и качество функционирования систем
ИД <sup>2</sup> <sub>ОПК2</sub>	Оценивает построенную модель и ее адекватность применения в конкретной научно-исследовательской и проектной задаче, в том числе в профессиональной сфере.

Планируемые результаты изучения дисциплины.

Знать:

- конструкцию планера и силовых установок беспилотных воздушных судов, применяемых в гражданской авиации;

- законы, правила и методы проектирования и конструкцию планера и силовых установок беспилотных воздушных судов;
- основные требования, предъявляемые к планеру и силовым установкам беспилотных воздушных судов, к их элементам, агрегатам, в том числе: нормирование нагрузок на планер и двигатель на всех этапах полета и при посадке;
- физику проявления аэроупругости и методы борьбы с нею, основные методы расчета на прочность планера и силовых установок беспилотных воздушных судов;
- состав конструкторско-технологической документации производителя на определенный вид беспилотного воздушного судна, агрегата, детали.

Уметь:

- собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по конструкции планера и силовых установок беспилотных воздушных судов, применяя знания из последних достижений отечественной и зарубежной науки, техники и технологии конструирования и материаловедения;
- использовать конструкторскую документацию (рабочие чертежи, расчеты и т.д.) на определенный вид беспилотного воздушного судна, агрегата, детали при выполнении работ по технической эксплуатации;
- прогнозировать техническое состояние беспилотных воздушных судов;

Владеть:

- методами определения основных требований, предъявляемых к беспилотным воздушным судам, двигателям и к их конструктивным элементам, агрегатам в том числе: нормирования нагрузок на беспилотное воздушное судно и двигатель на всех этапах полета и при посадке;
- навыками анализа конструкторской документации и руководящих нормативных документов на определенный вид беспилотного воздушного судна, агрегата, детали, для обеспечения исправности, работоспособности беспилотных воздушных судов;
- определения основных требований к испытаниям авиационной техники беспилотного воздушного судна.

#### **4 Объем дисциплины и виды учебной нагрузки**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часов.

Наименование	Всего часов	семестр
		7
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Контактная работа:	42,5	42,5
Лекции	28	28
практические занятия	14	14
лабораторные работы	-	-
курсовой проект(работа)	-	-
Самостоятельная работа студента	57	57
Промежуточная аттестация:	9	9
контактная работа	0,5	0,5
Самостоятельная работа по подготовке к зачету с оценкой	8,5	8,5

## 5 Содержание дисциплины

### 5.1 Соотнесения тем дисциплины и формируемых компетенций

Темы, дисциплины	Количество часов	Компетенции		Образовательные технологии	Оценочные средства
		ОПК-1	ОПК-2		
		7 семестр			
Тема 1. Общая характеристика беспилотных воздушных судов гражданской авиации. Классификация БВС.	14	+	+	Л, ПЗ, СРС, РКС	УО, РЗ, СЗ

Темы, дисциплины	Количество часов	Компетенции		Образовательные технологии	Оценочные средства
		ОПК-1	ОПК-2		
Тема 2. Нагрузки, действующие на беспилотные воздушные суда. Виды нагрузок, действующих на БВС. Нормы прочности.	14	+	+	Л, ПЗ, СРС, РКС	УО, РЗ, СЗ
Тема 3. Общие сведения о крыле и оперении беспилотного самолёта. Нагрузки, действующие на крыло и оперение. Конструкция и расчет на прочность крыла и оперения.	14	+	+	Л, ПЗ, СРС, РКС	УО, РЗ, СЗ
Тема 4. Конструкция и расчет на прочность фюзеляжа. Конструкция и прочность шасси, элементов системы управления и силовых установок.	14	+	+	Л, ПЗ, СРС, РКС	УО, РЗ, СЗ
Тема 5. Основы конструкции ДВС. Основы статической и динамической прочности ДВС.	14	+	+	Л, ПЗ, СРС, РКС	УО, РЗ, СЗ

Темы, дисциплины	Количество часов	Компетенции		Образовательные технологии	Оценочные средства
		ОПК-1	ОПК-2		
Тема 6. Основы конструкции систем ДВС. Особенности технического обслуживания ДВС в эксплуатации.	14	+	+	Л, ПЗ, СРС, РКС	УО, РЗ, СЗ
Тема 7. Системы распределения электрической энергии в полностью электрических БВС. Автоматизация управления каналами генерирования в полностью электрических БВС	15	+	+	Л, ПЗ, СРС, РКС	УО, РЗ, СЗ
Итого по дисциплине	99				
Промежуточная аттестация	9				
Всего за 3 семестр	108				

Сокращения: Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, СРС – самостоятельная работа студента, РКС – разбор конкретной ситуации, УО – устный опрос, РЗ – расчетная задача, СЗ – ситуационная задача.

## 5.2 Темы дисциплины и виды занятий

Наименование темы дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	КР	Всего часов
<b>7 семестр</b>						
Тема 1. Общая характеристика беспилотных воздушных судов гражданской авиации. Классификация БВС.	4	2	-	8	-	14
Тема 2. Нагрузки, действующие на беспилотные воздушные суда. Виды нагрузок, действующих на БВС. Нормы прочности.	4	2	-	8	-	14
Тема 3. Общие сведения о крыле и оперении беспилотного самолёта. Нагрузки, действующие на крыло и оперение. Конструкция и расчет на прочность крыла и оперения.	4	2	-	8	-	14
Тема 4. Конструкция и расчет на прочность фюзеляжа. Конструкция и прочность шасси, элементов системы управления и силовых установок.	4	2	-	8	-	14
Тема 5. Основы конструкции ДВС. Основы статической и динамической прочности ДВС.	4	2	-	8	-	14
Тема 6. Основы конструкции систем ДВС. Особенности технического обслуживания ДВС в эксплуатации.	4	2	-	8	-	14
Тема 7. Системы распределения электрической энергии в полностью электрических БВС. Автоматизация управления каналами генерирования в полностью электрических БВС	4	2	-	9	-	15
Итого по дисциплине	28	14		57		99
Промежуточная аттестация						9
Всего за 7 семестр						108

**Сокращения:** Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, СРС – самостоятельная работа студента, ЛР – лабораторная работа, КР – курсовая работа.

### 5.3 Содержание дисциплины

## **Тема 1. Общая характеристика беспилотных воздушных судов гражданской авиации. Классификация БВС.**

Беспилотные летательные аппараты, их классификация, комплекс требований, предъявляемых к беспилотным летательным аппаратам. Виды беспилотных воздушных судов (БВС). Совокупность свойств и параметров БЛА. Летно-технические и эксплуатационно-технические характеристики БЛА. Общие технические требования и эксплуатационно-технические требования, предъявляемые к БВС

## **Тема 2. Нагрузки, действующие на беспилотные воздушные суда. Виды нагрузок, действующих на БВС. Нормы прочности.**

Понятие перегрузки. Коэффициент перегрузки. Полная перегрузка. Виды нагрузок, действующих на БВС, и их классификация. Маневренные перегрузки при различных режимах полета. Виды нагрузок и их классификация. Сосредоточенные и распределенные, статические и динамические, поверхностные и массовые силы. Понятие перегрузки. Перегрузки в установившемся прямолинейном полете в горизонтальной плоскости, в криволинейном полете в вертикальной плоскости, при вираже. Нормы прочности. Перегрузки при полете в неспокойном воздухе и при движении по земле. Коэффициент безопасности .

Масштаб и интенсивность атмосферной турбулентности. Перегрузки от воздействия одиночных порывов. Горизонтальный встречный порыв. Вертикальный порыв. Перегрузки от воздействия непрерывной атмосферной турбулентности. Перегрузки при движении по земле. Перегрузки от воздействия одиночных нагрузок при движении по земле. Измерение и регистрация перегрузок.

Условие прочности конструкции. Коэффициент безопасности.

## **Тема 3. Общие сведения о крыле и оперении беспилотного самолёта. Нагрузки, действующие на крыло и оперение. Конструкция и расчет на прочность крыла и оперения.**

Общие сведения о крыле и оперении беспилотного самолета. Нагрузки, действующие на крыло и оперение.

Назначение крыла и требования к нему. Поверхностные и массовые силы, действующие на крыло. Распределение нагрузок по размаху крыла. Распределение нагрузок по хорде крыла. Эпюры поперечной силы и изгибающего момента крыла. Эпюра крутящего момента крыла.

Назначение оперения и основные требования к нему. Внешние формы оперения и его размещение на самолете. Нагрузки, действующие на оперение. Варианты конструктивного исполнения горизонтального и вертикального оперения, включая рули высоты и направления.

Силовые элементы крыла и оперения, их работа под нагрузкой. Подвижные части крыла и оперения.

Назначение и работа лонжеронов, продольных стенок, стрингеров, нервюр, стыковых узлов и соединительных элементов, расчет их на прочность.

Назначение, принципы работы, виды конструктивного исполнения органов управления и механизации крыла.

#### **Тема 4. Конструкция и расчет на прочность фюзеляжа. Конструкция и прочность шасси, элементов системы управления и силовых установок.**

Конструкция и прочность фюзеляжа.

Назначение фюзеляжа и основные требования к нему. Внешние формы и геометрические характеристики фюзеляжа. Нагрузки, действующие на фюзеляж. Конструктивно-силовые схемы и силовые элементы фюзеляжей. Приближенный метод расчета на прочность силовых элементов фюзеляжа (панелей, шпангоутов). Стыковые соединения фюзеляжа с другими частями. Варианты конструктивного исполнения силовых элементов фюзеляжа. Конструктивное оформление вырезов в фюзеляже.

Конструкция и прочность шасси, элементов системы управления и силовых установок.

Назначение шасси и основные требования к нему. Схемы шасси, их достоинства и недостатки. Проходимость БВС и характеристики аэродромов. Геометрические характеристики шасси. Конструктивно-силовые схемы шасси. Нагрузки, действующие на шасси, и работа шасси под нагрузкой. Элементы конструкции шасси и их назначение. Виды опорных элементов. Схемы крепления опорных элементов к стойкам шасси, их достоинства и недостатки. Назначение и принцип работы жидкостно-газового амортизатора. Виды размещения амортизатора в конструкции опоры. Особенности конструкции передних опор. Конструкция авиационных колес. Кинематические схемы уборки-выпуска шасси. Колебания шасси при движении по земле.

Назначение системы управления БВС и основные требования к ней. Виды проводки управления, их достоинства и недостатки. Элементы проводки управления, их нагружение и расчет на прочность.

Назначение силовой установки, ее состав и основные требования к ней. Выбор количества двигателей для силовой установки. Варианты размещения двигателей на БВС и их анализ. Нагрузки, действующие на двигатели. Способы крепления двигателей к планеру самолета.

#### **Тема 5. Основы конструкции ДВС. Основы статической и динамической прочности ДВС.**

Проработка лекционного материала. Ознакомление с конструкцией узлов ДВС. Цилиндро-поршневая группа ДВС. Шатунный механизм и коленчатый вал

ДВС. Картер и редуктор ДВС. Усилия, действующие в ДВС. Общий порядок расчета на статическую прочность элементов конструкций ДВС. Колебания деталей ДВС.

**Тема 6. Основы конструкции систем ДВС. Особенности технического обслуживания ДВС в эксплуатации.**

Масляные системы ДВС. Топливные системы ДВС. Пусковые системы ДВС. Особенности конструкции и технического обслуживания типа ДВС; типичные неисправности - виды, обнаружение, устранение, предупреждение: работа с нормативно-технической документацией, работа на образцах авиационной техники.

**Тема 7. Системы распределения электрической энергии в полностью электрических БВС. Автоматизация управления каналами генерирования в полностью электрических БВС.**

Системы распределения электрической энергии в полностью электрических БВС. Состав системы распределения. Классификация электрических сетей. Самолетные провода. Падение и потеря напряжения в сети. Коммутационная и защитная аппаратура электрических сетей. Распределенная система генерирования электрической энергии. Модульное построение различных источников электрической энергии.

**5.4 Практические занятия**

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
7 семестр		
1	Практическое занятие 1. Общая характеристика беспилотных воздушных судов гражданской авиации. Классификация БВС.	2
2	Практическое занятие 2. Нагрузки, действующие на беспилотные воздушные суда. Виды нагрузок, действующих на БВС. Нормы прочности.	2
3	Практическое занятие 3. Общие сведения о крыле и оперении беспилотного самолёта. Нагрузки, действующие на крыло и оперение. Конструкция и расчет на прочность крыла и	2

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
	оперения	
4	Практическое занятие 4. Конструкция и расчет на прочность фюзеляжа. Конструкция и прочность шасси, элементов системы управления и силовых установок.	2
5	Практическое занятие 5. Основы конструкции ДВС. Основы статической и динамической прочности ДВС.	2
6	Практическое занятие 6. Основы конструкции систем ДВС. Особенности технического обслуживания ДВС в эксплуатации.	2
7	Практическое занятие 7. Системы распределения электрической энергии в полностью электрических БВС. Автоматизация управления каналами генерирования в полностью электрических БВС	2
Итого по дисциплине		14

### 5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

### 5.6 Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
3 семестр		
1	Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе	8

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоёмкость (часы)
	Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов: Нагрузки, действующие на беспилотное воздушное судно[1-28].Подготовка к устному опросу. Подготовка к решению расчётных и ситуационных задач.	
2	Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов: Нормы прочности беспилотного воздушного судна. Разрушающие напряжения элементов конструкции БВС[1-28].Подготовка к устному опросу. Подготовка к решению расчётных и ситуационных задач.	8
3	Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов: Конструкция элементов крыла и оперения БВС[1-28].Подготовка к устному опросу. Подготовка к решению расчётных и ситуационных задач.	8
4	Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов: Нормы прочности фюзеляжа и шасси БВС. Разрушающие напряжения элементов фюзеляжа и шасси БВС [1-28].Подготовка к устному опросу. Подготовка к решению расчётных и ситуационных задач.	8
5	Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов: Конструктивные схемы ДВС и их работа[1-28].Подготовка к устному опросу. Подготовка к решению расчётных и ситуационных задач.	8
6	Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе. Изучение тем (вопро-	8

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
	сов) дисциплины, составление конспектов: - Основы конструкции систем ДВС. Особенности технического обслуживания ДВС в эксплуатации [1-28]. Подготовка к устному опросу. Подготовка к решению расчётных и ситуационных задач.	
7	Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе. Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов: - Системы распределения электрической энергии в полностью электрических БВС. Автоматизация управления каналами генерирования в полностью электрических БВС [1-28]. Подготовка к устному опросу. Подготовка к решению расчётных и ситуационных задач.	9
Итого по дисциплине		57

## 5.7 Курсовые работы

Курсовая работа учебным планом не предусмотрена

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1 Рэндал У. Биард, Тимоти У. Мак Лэйн **Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика**. Москва: ТЕХНОСФЕРА, 2015. – 312 с. ISBN 978-5-94836-393-6. Режим доступа: [https://baumanka.pashinin.com/IU2/sem8/САУ%20ЛА/ЛАБЫ/\\_АУЛА\\_Литература\\_2017\\_03\\_17/Биард\\_Малые\\_беспилотные\\_летательные\\_аппараты\\_Теория\\_и\\_практика\\_2015.pdf?ysclid=lhi31yivt283789594](https://baumanka.pashinin.com/IU2/sem8/САУ%20ЛА/ЛАБЫ/_АУЛА_Литература_2017_03_17/Биард_Малые_беспилотные_летательные_аппараты_Теория_и_практика_2015.pdf?ysclid=lhi31yivt283789594) свободный (дата обращения 09.03.2023).

2 **ГОСТ Р 59519-2021\_ БАС КОМПОНЕНТЫ БАС СПЕЦИФИКАЦИЯ** Режим доступа: URL: <http://www.consultant.ru/>, свободный (дата обращения 09.03.2023)

3 **ГОСТ Р 59520-2021\_ БАС СТАНЦИЯ ВНЕШНЕГО ПИЛОТА** Режим доступа: URL: <http://www.consultant.ru/>, свободный (дата обращения 09.03.2023)

- 4 **ГОСТ Р 59751-2021\_БАС БВС САМОЛЕТНОГО ТИПА** Режим доступа: URL: <http://www.consultant.ru/>, свободный (дата обращения 09.03.2023)
- 5 **ГОСТ Р 57258-2016\_БАС ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ** Режим доступа: URL: <http://www.consultant.ru/>, свободный (дата обращения 09.03.2023)
- 6 **ГОСТ Р 58988-2020\_БАС ТЕХНОЛОГИИ ТОПЛ. ЭЛЕМЕНТОВ** Режим доступа: URL: <http://www.consultant.ru/>, свободный (дата обращения 09.03.2023)
- 7 **ГОСТ Р 59517-2021\_БАС КЛАССИФИКАЦИЯ И КАТЕГОРИЗАЦИЯ** Режим доступа: URL: <http://www.consultant.ru/>, свободный (дата обращения 09.03.2023)
- 8 **ГОСТ Р 59518-2021\_БАС ПОРЯДОК РАЗРАБОТКИ** Режим доступа: URL: <http://www.consultant.ru/>, свободный (дата обращения 09.03.2023)
- 9 **ГОСТ Р 56122-2014\_БАС ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ** Режим доступа: URL: <http://www.consultant.ru/>, свободный (дата обращения 09.03.2023)
- 10 **Дос 10019 Руководство по ДПАС** Режим доступа: URL: <http://www.consultant.ru/>, свободный (дата обращения 09.03.2023)
- 10 **Авиатранспортное обозрение [Текст]** : Air transport observer : журнал / учредитель и издатель: А.Б.Е. Медиа. - Москва : А.Б.Е. Медиа, 1996-. - 27 см.; ISSN 1991-6574 (подписка с 2008).
- 11 **Крылья Родины** : ежемесячный национальный авиационный журнал. - Москва: ООО "Редакция журнала "Крылья Родины", 1950-.; ISSN 0130-2701 (подписка с 2008).
- 12 **Авиация и космонавтика вчера, сегодня, завтра [Текст]** : научно-популярный журнал / учредитель: Бакурский Виктор Александрович, Военно-Воздушные Силы России, Лепилкин Андрей Викторович. - Москва : Техинформ, 1997-. - 29 см.; ISSN 1682-7759 (подписка с 2008).
- 13 **Транспорт: наука, техника, управление:** научный информационный сборник / учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Всероссийский институт научной и технической информации Российской академии наук (ВИНИТИ РАН). - Москва : ВИНТИ, 1990-. - 28 см.; ISSN 0236-1914 (2022).
- 14 **Проблемы безопасности полетов** : научно-технический журнал / учредители: Российская академия наук, Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ). - Москва : ВИНТИ, 1989-. - 21 см.; ISSN 0235-5000 (2022).
- 15 **Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 6. Тэхніка:** журнал / учредитель и издатель: Гродненский государственный университет имени Янки Купалы. -Гродно : Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, 2009- ISSN 2223-5396 (2022). Режим доступа: <https://e.lanbook.com/journal/3350?category=931> , свободный (дата обращения 04.05.2023).
- 16 **Вестник Таджикского национального университета. Серия Естественных Наук / Паёми Донишгоњи миллии тољикистон. Бахши Илмъои Табиӣ** : журнал / учредитель и издатель: Таджикский национальный

университет. -Душанбе: Таджикский национальный университет, 1990-. ISSN 2413-452X (2015-2020). Режим доступа: <https://e.lanbook.com/journal/2429?category=917> , свободный (дата обращения 04.05.2023).

17 **Наука и техника:** международный научно-технический журнал / учредитель и издатель: Белорусский национальный технический университет. - Минск: Белорусский национальный технический университет, 2002-. ISSN 2227-1031 (2018-2022). Режим доступа: <https://e.lanbook.com/journal/2418?category=917> , свободный (дата обращения 04.05.2023).

18 **ҚазҰТУ Хабаршысы / Вестник Казахского национального технического университета им. К.И. Сатпаева:** журнал / учредитель и издатель: Казахский национальный технический университет имени К. И. Сатпаева. - Алматы : Казахский национальный технический университет, 1994-. ISSN 1680-9211 (2015). Режим доступа: <https://e.lanbook.com/journal/2565?category=917> , свободный (дата обращения 04.05.2023).

19 **Vojnotehnicki glasnik / Military Technical Courier / Военно-технический вестник:** мультидисциплинарный научный журнал / учредитель и издатель : Университет обороны в г. Белград. - Белград : Университет обороны в г. Белград, 1953-. ISSN 0042-8469 (2013-2022). Режим доступа: <https://e.lanbook.com/journal/2490?category=931>, свободный (дата обращения 04.05.2023).

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

20 **Административно-управленческий портал** [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.aup.ru/>, свободный (дата обращения: 20.01.2021).

21 ОК 010-2014 (МСКЗ-08). **Общероссийский классификатор занятий.** Принят и введен в действие Приказом Росстандарта от 12.12.2014 N 2020-ст [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.consultant.ru/law/hotdocs/42307.html>, свободный (дата обращения: 29.09.2023).

г) программное обеспечение (лицензионное и свободно распространяемое), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

22 **Консультант Плюс.** Официальный сайт компании [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>, свободный (дата обращения: 29.09.2023).

23 **Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU»** [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>, свободный.

24 **Электронно-библиотечная система издательства «Лань»** [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>, свободный.

## 7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование дисциплины	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
Конструкция воздушных судов и авиационных двигателей	Аудитория 360	Комплект учебной мебели - 30 шт. Экран ProjectaProStar 183*240см MatteWhiteСнаштативе Доска двойная Проектор AcerX1261 P (1024x768, 3700:1,+/-40 28DbLamp:4000HRS Ноутбук HP 15-rb070ru 15.6 AMD (черный) Ноутбук HP 15-rb070ru 15.6 AMD (черный) Виртуальный учебный комплекс «Техническая эксплуатация самолета SukhoiSuperjet 100» Виртуальный учебный комплекс «тренажер проведения оперативных форм ТО с вертолетом Ми-8МТВ»	Adobe Acrobat Reader DC (freeware) Kaspersky Endpoint Security 10 (лицензия№0AFE-180731-132011-783-1390) MicrosoftOffice Профессиональный плюс 2007 (лицензия № 43471843 от 07 февраля 2008 года) Opera (freeware) Google Chrome (freeware) DAEMON Tools Lite (freeware) WinRAR 3.9 (лицензиянаSpb State University of Civil Aviation)
	Аудитория 364	Комплект учебной мебели – 20 шт. Доска двойная Макет авиадвигателя НК 82У Нервюры крыла Ноутбук HP 15-rb070ru 15.6 AMD (черный) Ноутбук HP 15-rb070ru 15.6 AMD (черный) Виртуальный учебный комплекс «Техническая эксплуатация самолета SukhoiSuperjet 100» Виртуальный учебный комплекс «тренажер проведения оперативных форм ТО с вертолетом Ми-8МТВ»	Windows 7 (лицензия № 46231032 от 4 декабря 2009 года) Драйвера и ихкомпоненты. Adobe Acrobat Reader DC (freeware) Adobe Flash Player (freeware) Kaspersky Endpoint Security 10 (лицензия №0AFE-180731-132011-783-1390) K-Lite Mega Codec Pack (freeware) MicrosoftOffice Профессиональный плюс 2007 (лицензия № 43471843 от 07 февраля 2008 года)
	МИС (Моторно-испытательная станция)	Авиадвигатель АИ-25 Вертолетный двигатель ТВ2-117 Редуктор для стенда 2 шту-	Mozilla Firefox (MPL/GPL/LGPL)

Наименование дисциплины	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
	Учебно-производственные мастерские	ки; блок преобразователя; Металлоконструкция для стендов турбовального двигателя Выпрямитель электрического тока с параметрами 28 в, 600 а; или аэродромный выпрямитель АВ-2МБ Монитор 17" Acer AL 1716 As - 2 шт. Дрель ударная MAKITA 650вт Машина отрезная угловая MAKITA 2000вт Сварочный аппарат TELVIN-NORDICA 230В Станок сверлильный STERN 350 Вт Точило STERN 350 Вт Верстак столярный - 9 шт. Вибростенд ВЭДС-100 Вольтметр универсальный В-7-35 Изделие АИ-9 Измеритель вибрации ИВ-300 Комбинированный прибор ГЦ 4311 Макет учебный ТВ-2-117 (в разрезе) Многофункциональная информ управ система Модуль С 5-125 Преобразователь сварочный (2шт.) Преобразователь Ф 723/1 Преобразователь ЦАНТ 5-3/10 Преобразователь ЦАНТ-5-14/2 Преобразователь ЦВ-2-1 Сдвоенная измерительная аппаратура 2ИА-1А Станок токарный Стартер генератора СТУ-12Т	Ultra-Defrag 7.0.2 (GNU GPL 2) Unchecky (freeware) DAEMON Tools Lite (freeware) Opera (freeware) WinRAR 3.9 (лицензия на Spb State University of Civil Aviation) Windows 7 (лицензия № 46231032 от 4 декабря 2009 года) Adobe Acrobat Reader XI (freeware) Adobe Flash Player (freeware) Kaspersky Endpoint Security 10 (лицензия № 0AFE-180731-132011-783-1390) K-Lite Mega Codec Pack (freeware) Microsoft Office Профессиональный плюс 2007 (лицензия № 43471843 от 07 февраля 2008 года) ABBYY FineReader 10 Corporate Edition (лицензия № AF103S1V00 102 от 23 декабря 2010 года) WinRAR 3.9 (лицензия на Spb State University of Civil Aviation) WindowsXP (лицензия № 43471843 от 07 февраля 2008 года)

Наименование дисциплины	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
		<p>установка д \ лабораторных работ № 1  установка для лабораторных работ № 2  Установка дозвуковое сопло  Установка на базе двигателя АИ - 25  Установка на базе двигателя ТА-6  Тиски - 10 шт.  Тиски слесарные - 10 шт.  Штанген циркуль - 5 шт.  Вертикальные жалюзи Л персик, к №367 кронштейн 7,5 размер 2,700*2,200 - 5 шт.  Монитор LG ЛК-10055 - 2 шт.  Монитор СТХ №02780  Системный компьютерный блок LG - 2 шт.  Системный компьютерный блок 10476  Проектор BENQ - 2 шт.  Принтер HP  HPHEWLETPACKARD 11311  Сканер Epson  Доска - 3 шт.  Экран Dinon - 2 шт.  Стол для преподавателя - 2 шт.  Парты со скамьей - 47 шт.  Стулья - 4 шт.  Ноутбук HP 15-rb070ru 15.6 AMD (черный)  Ноутбук HP 15-rb070ru 15.6 AMD (черный)  Виртуальный учебный комплекс «Техническая эксплуатация самолета SukhoiSuperjet 100»  Виртуальный учебный комплекс «тренажер проведения оперативных форм ТО с вертолетом Ми-8МТВ»</p>	

## **8 Образовательные и информационные технологии**

В рамках изучения дисциплины используются следующие образовательные технологии: входной контроль, лекции, практические занятия, самостоятельная работа.

Входной контроль проводится преподавателем с целью коррекции процесса усвоения студентами дидактических единиц. Он осуществляется в форме устного опроса.

Лекция составляет основу теоретического обучения в рамках дисциплины и направлена на систематизированное изложение накопленных и актуальных научных знаний. Лекция имеет целью раскрыть текущее состояние и обозначить перспективы прогресса в области изучаемой дисциплины. На лекции концентрируется внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулируется их активная познавательная деятельность.

Ведущим методом в лекции выступает устное изложение учебного материала, который сопровождается одновременной демонстрацией слайдов, при необходимости привлекаются открытые Интернет-ресурсы, а также демонстрационные и наглядно-иллюстрационные материалы и практические примеры. Цель практических занятий – закрепить теоретические знания, полученные обучающимися на лекциях и в результате самостоятельного изучения соответствующих тем, а также приобрести практические навыки. Проводимые в рамках практического занятия устные опросы и контрольная работа (в форме тестирования) имеют профессиональную направленность.

Практические занятия и курсовая работа по дисциплине являются составляющими практической подготовки обучающихся, так как предусматривают их участие в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Самостоятельная работа обучающихся является составной частью учебной работы. Ее основной целью является формирование навыка самостоятельного приобретения знаний по некоторым вопросам теоретического курса, закрепление и углубление полученных знаний, самостоятельная работа со справочниками, периодическими изданиями и научно-популярной литературой. Самостоятельная работа включает подготовку к устному опросу, подготовка к контрольной работе.

## **9 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Фонд оценочных средств по дисциплине «Конструкция беспилотных воздушных судов» предназначен для выявления и оценки уровня и качества знаний студентов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в форме зачета с оценкой в 7 семестре.

Фонд оценочных средств для текущего контроля включает вопросы для устных опросов, расчетные задачи, ситуационные задачи, вопросы для контрольной работы.

Фонд оценочных средств для текущего контроля включает вопросы для устных опросов, расчетные задачи, задания для решения на практических занятиях, ситуационные задачи.

Устный опрос проводится на практических и лекционных занятиях с целью контроля усвоения теоретического материала.

Контрольная работа выполняется обучающимися на практическом занятии на основании задания в форме теста, выдаваемого преподавателем по соответствующей теме дисциплины и представляет собой оценку полученных теоретических и практических знаний. Контроль выполнения контрольной работы, преследует собой цель своевременного выявления усвоенного материала по конкретной теме дисциплины, для последующей корректировки.

Расчетные задачи, ситуационные задачи, контрольная работа, практические занятия носят практико-ориентированный характер, используются в рамках практической подготовки с целью оценки формирования, закрепления, развития практических навыков.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде зачета с оценкой в 7 семестре. К моменту сдачи экзамена должны быть успешно пройдены предыдущие формы контроля. Зачет с оценкой позволяет оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины.

### **9.1 Балльно-рейтинговая оценка текущего контроля успеваемости знаний студентов по дисциплине**

Не применяется.

### **9.2 Методические рекомендации по проведению процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Устный опрос оценивается следующим образом: развернутый ответ обучающегося должен представлять собой связный, логически последовательный ответ на вопрос. Критерии оценивания:

- 1) полнота и правильность ответа;
- 2) степень осознанности, понимания изученного;
- 3) языковое оформление ответа.

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся полно излагает материал (отвечает на вопрос), дает правильное определение основных понятий; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1–2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1–2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажает их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал.

Для оценки контрольной работы (в форме тестирования по темам 1-4) применяется оценочная шкала, с указанием процентов правильных ответов:

Оценка «отлично» - 27-26 правильных ответов (100%-96%);

Оценка «хорошо» - 25-21 правильных ответов (92%-78%);

Оценка «удовлетворительно» - 20 -15 правильных ответов (74%-55%);

Оценка «неудовлетворительно» - 14 и менее правильных ответов (менее 51%).

Время выполнения контрольной работы – 30 минут.

Расчетные и ситуационные задачи:

«зачтено»: задание выполнено полностью, в соответствии с поставленными требованиями и сделаны необходимые выводы;

«не зачтено»: в том случае, если обучающийся не выполнил задания, или результат выполнения задания не соответствует поставленным требованиям, а в заданиях и (или) ответах имеются существенные ошибки.

На момент промежуточной аттестации студент должен получить «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно» за участие в по крайней мере в 50 % устных опросов, «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно» за выполнение контрольной работы, «зачтено» за выполнение расчётных и ситуационных задач по всем темам, для которых они предусмотрены.

### **9.3 Тема курсовой работы по дисциплине**

Курсовая работа учебным планом не предусмотрена.

### **9.4 Контрольные вопросы для проведения входного контроля остаточных знаний по обеспечивающим дисциплина**

*«Траекторные задачи динамики полёта беспилотных воздушных судов»:*

- 1 Основные навигационные понятия.
- 2 Влияние ветра на полет воздушного судна.
- 3 Измерение воздушной скорости и высоты полета.
- 4 Применение спутниковых навигационных систем

### 9.5 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
I этап		
<p>ОПК-1</p> <p>ОПК-2</p>	<p>ИД<sup>1</sup><sub>ОПК1</sub></p> <p>ИД<sup>2</sup><sub>ОПК2</sub></p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Методы оценки прочности элементов конструкции беспилотных воздушных судов;</li> <li>– Состав конструкторско-технологической документации и производителя на определенный вид беспилотного воздушного судна, агрегата, детали;</li> <li>– основные технологические операции при поступлении изделия беспилотных авиационных систем в ремонт;</li> <li>– основы метрологии;</li> </ul> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– определять конструктивные особенности беспилотных воздушных судов;</li> <li>– использовать конструкторскую документацию (рабочие чертежи, расчеты и т.д.) на определенный вид беспилотного воздушного судна, агрегата, детали при выполнении работ по изготовлению и ремонту;</li> <li>– провести измерения и инструментальный контроль при осуществлении диагностирования технического состояния беспилотного воздушного судна;</li> </ul>
II этап		

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
ОПК-1 ОПК-2	ИД <sup>1</sup> <sub>ОПК1</sub> ИД <sup>2</sup> <sub>ОПК2</sub>	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– определять ресурс конструкции беспилотного воздушного судна;</li> <li>– использовать руководящие нормативные документы (руководства по технической эксплуатации, ремонту, ит.д.) на определенный вид беспилотного воздушного судна, агрегата, детали при выполнении работ по изготовлению и ремонту.</li> <li>– прогнозировать техническое состояние беспилотных воздушных судов;</li> </ul> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами и средствами контроля жизненного цикла конструкции беспилотного воздушного судна;</li> <li>– навыками соблюдения процессов и технологии работ по изготовлению и ремонту деталей, сборке узлов, применяя конструкторскую документацию и руководящие нормативные документы на определенный вид беспилотного воздушного судна, агрегата, детали, для обеспечения исправности, работоспособности и готовности беспилотных воздушных судов к их использованию;</li> <li>– методами и понимать важность проведения испытаний для беспилотных воздушных судов;</li> </ul>

### 9.5.1 Описание шкал оценивания

Шкала оценивания при проведении промежуточной аттестации «Отлично» выставляется обучающемуся, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания по рассматриваемой компетенции и

умение уверенно применять их на практике, свободное и правильное обоснование принятых решений. Отвечая на вопрос, может быстро и безошибочно проиллюстрировать ответ собственными примерами. Обучающийся самостоятельно правильно выполняет практические задания, дает обоснованную оценку итогам суждений.

«Хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в выполнении практического задания некоторые неточности, хорошо владеет всем содержанием, видит взаимосвязи. Обучающийся решает практические задания верно.

«Удовлетворительно» выставляется обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными знаниями в рамках заданной компетенции, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации. Практические задания выполнено не полностью, или содержатся незначительные ошибки в суждении.

«Неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины в рамках компетенций, допускает принципиальные ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и при выполнении практических заданий.

## **9.6 Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

### **Примерный перечень вопросов устного опроса**

1. Беспилотные летательные аппараты, их классификация, комплекс требований, предъявляемых к беспилотным летательным аппаратам.
2. Виды беспилотных воздушных судов (БВС).
3. Совокупность свойств и параметров БЛА.
4. Летно-технические и эксплуатационно-технические характеристики БЛА.
5. Общие технические требования и эксплуатационно-технические требования, предъявляемые к БВС.
6. Понятие перегрузки. Коэффициент перегрузки. Полная перегрузка. Виды нагрузок, действующих на БВС, и их классификация.
7. Маневренные перегрузки при различных режимах полета. Виды нагрузок и их классификация. Сосредоточенные и распределенные, статические и динамические, поверхностные и массовые силы.
8. Понятие перегрузки. Перегрузки в установившемся прямолинейном полете в горизонтальной плоскости, в криволинейном полете в вертикальной плоско-

- сти, при вираже. Нормы прочности. Перегрузки при полете в беспокойном воздухе и при движении по земле. Коэффициент безопасности.
9. Масштаб и интенсивность атмосферной турбулентности. Перегрузки от воздействия одиночных порывов.
  10. Горизонтальный встречный порыв. Вертикальный порыв. Перегрузки от воздействия непрерывной атмосферной турбулентности. Перегрузки при движении по земле. Перегрузки от воздействия одиночных нагрузок при движении по земле. Измерение и регистрация перегрузок.
  11. Условие прочности конструкции. Коэффициент безопасности.
  12. Общие сведения о крыле и оперении беспилотного самолета. Нагрузки, действующие на крыло и оперение.
  13. Назначение крыла и требования к нему. Поверхностные и массовые силы, действующие на крыло. Распределение нагрузок по размаху крыла.
  14. Распределение нагрузок по хорде крыла. Эпюры поперечной силы и изгибающего момента крыла.
  15. Эюра крутящего момента крыла.
  16. Назначение оперения и основные требования к нему. Внешние формы оперения и его размещение на БВС.
  17. Нагрузки, действующие на оперение. Варианты конструктивного исполнения горизонтального и вертикального оперения, включая рули высоты и направления.
  18. Силовые элементы крыла и оперения, их работа под нагрузкой. Подвижные части крыла и оперения.
  19. Назначение и работа лонжеронов, продольных стенок, стрингеров, нервюр, стыковых узлов и соединительных элементов, расчет их на прочность.
  20. Назначение, принципы работы, виды конструктивного исполнения органов управления и механизации крыла. Конструкция и прочность фюзеляжа.
  21. Назначение фюзеляжа и основные требования к нему. Внешние формы и геометрические характеристики фюзеляжа. Нагрузки, действующие на фюзеляж. Конструктивно-силовые схемы и силовые элементы фюзеляжей. Приближенный метод расчета на прочность силовых элементов фюзеляжа (панелей, шпангоутов).
  22. Стыковые соединения фюзеляжа с другими частями. Варианты конструктивного исполнения силовых элементов фюзеляжа. Конструктивное оформление вырезов в фюзеляже.
  23. Конструкция и прочность шасси, элементов системы управления и силовых установок.
  24. Назначение шасси и основные требования к нему. Схемы шасси, их достоинства и недостатки. Проходимость БВС и характеристики аэродромов. Геометрические характеристики шасси.
  25. Назначение системы управления БВС и основные требования к ней. Виды проводки управления, их достоинства и недостатки. Элементы проводки управления, их нагружение и расчет на прочность.

26. Назначение силовой установки, ее состав и основные требования к ней. Выбор количества двигателей для силовой установки. Варианты размещения двигателей на БВС и их анализ. Нагрузки, действующие на двигатели. Способы крепления двигателей к планеру БВС.
27. Ознакомление с конструкцией узлов ДВС.
28. Цилиндро-поршневая группа ДВС.
29. Шатунный механизм и коленчатый вал ДВС. Картер и редуктор ДВС. Усилия, действующие в ДВС.
30. Общий порядок расчета на статическую прочность элементов конструкций ДВС. Колебания деталей ДВС.
31. Масляные системы ДВС.
32. Топливные системы ДВС.
33. Пусковые системы ДВС. Особенности конструкции и техническое обслуживание типа ДВС; типичные неисправности - виды, обнаружение, устранение, предупреждение: работа с нормативно-технической документацией, работа на образцах авиационной техники.
34. Системы распределения электрической энергии в полностью электрических БВС.

### **Примерная контрольная работа (в виде теста)**

1. Барометрический датчик давления предназначен для:

- a. Измерения высоты БПЛА.**
- b. Измерения давления.
- c. Измерения температуры.
- d. Измерения давления на уровни Земли.

2. Ограничение скорости БПЛА по допустимому числу М устанавливается из условий:

- a. Устойчивости и управляемости.**
- b. Прочности БПЛА.
- c. Отработки ресурса БПЛА
- d. Необходимости контроля высоты полета.

3. Что не является силовым элементом конструкции БПЛА:

- a. Стрингеры.
  - b. Нервюры.
  - c. Лонжероны.
  - d. Силовая установка.**
4. Устройство для стабилизации углов ориентации БПЛА в полете
- a. блок инерциальной навигационной системы;**
  - b. блок стабилизации полета
  - c. Блок управления полетом БПЛА
  - d. блок измерения углов стабилизации В ГТД применяется принцип:
5. Трехосевой акселерометр предназначен для
- a. измерения проекции кажущегося ускорения (разности между истинным ускорением объекта и гравитационным ускорением)**
  - b. скорости полета БПЛА
  - c. ускорения полета БПЛА
  - d. дальности полета БПЛА
6. При старте с места при увеличении поступательной скорости реактивная тяга будет:
- a) Увеличиваться;
  - b) Оставаться постоянной;
  - c) Уменьшаться;**
  - d) Уменьшаться, затем восстановится, но никогда не достигнет первоначального уровня.

**Типовые расчетные задачи для проведения текущего контроля**

### *Задача 1*

При изготовлении разъемов ответственных узлов БПЛА используется латунь. Латунь обладает большой устойчивостью к коррозии и является сплавом меди, цинка и олова. Оцените удельную теплоемкость сплава, в котором 60% меди и 36% цинка, 4% олова. Удельная теплоемкость меди 380 Дж кг °С , цинка 400 Дж кг °С и олова 230 Дж кг °С .

*Задача 2.* Определение мощности на валу поршневого двигателя зная момент и обороты.

Исходные данные:

- момент равен 3 кгс·м;
- обороты 2000 об/мин.
- КПД редуктора 0,9

Определить мощность на валу двигателя.

### **Типовые ситуационные задачи для проведения текущего контроля**

1. Объясните критерии экономической эффективности для беспилотных воздушных судов, цель которых произвести аэрофотосъемку, для которых скорость не важна, а главное долгие находиться в воздухе. Обоснуйте свой ответ и оцените последствия принятого решения.
2. Объясните причины детонации. Как определить октановое число бензина, если имеется двигатель, позволяющий изменять степень сжатия, и изооктан, и нормальный гептан. Обоснуйте свой ответ и оцените последствия принятого решения.
3. Как определить индикаторную работу и среднее индикаторное давление на графике индикаторной диаграммы поршневого двигателя. Обоснуйте свой ответ и оцените последствия принятого решения.

### **Примерные вопросы для проведения промежуточной аттестации**

1. Классификация беспилотных воздушных судов по назначению, конструктивным схемам, взлетной массе и дальности полета.
2. Нагружение беспилотных воздушных судов (БВС) в полете.
3. Крыло: назначение, основные требования.
4. Влияние угла стреловидности на аэродинамические, весовые и жесткостные характеристики крыла.
5. Влияние сужения на аэродинамические, весовые и жесткостные характеристики крыла.
6. Влияние удлинения на аэродинамические, весовые и жесткостные характеристики крыла.
7. Анализ форм крыла в плане.
8. Классификация сил, действующих на БВС в условиях эксплуатации.

9. Силы, действующие на самолет в криволинейном полете в вертикальной плоскости.
10. Понятие перегрузки. Коэффициент перегрузки. Полная перегрузка.
11. Охарактеризуйте состав и условия работы деталей цилиндропоршневой группы ДВС.
12. Охарактеризуйте состав и условия работы деталей кривошипно-шатунного механизма ДВС.
13. Охарактеризуйте типичные неисправности деталей ДВС в эксплуатации.
14. Охарактеризуйте типичные неисправности редукторов ДВС в эксплуатации.
15. Охарактеризуйте типичные работы по обслуживанию ДВС в эксплуатации.
16. Общие требования к прочности ВС. Основные случаи нагружения.
17. Работа силовых элементов фюзеляжа.
18. Системы основного управления.
19. Общие сведения о поршневых двигателях. Типы поршневых двигателей.
20. Особенности графиков располагаемой тяги от скорости для разных типов двигателей.
21. Российские и зарубежные разработчики двигателей.
22. Полностью «электрический самолет», особенности ПЭС, преимущества.
23. Определить массу топлива для функционирования ЭУ с гидроприводом.
24. Определить массу топлива для функционирования ЭС с пневмомеханическим приводом.
25. Определить полетную массу ЭУ.
26. Электрохимические системы аккумуляторов, укажите значения Э.Д.С. этих систем и плотность электролита.
27. Остаточная емкость полностью заряженной аккумуляторной батареи.
28. Сравнительные характеристики расхода разных типов двигателей.

### **Типовые расчетные задачи для проведения промежуточной аттестации**

*Задача 1.* Определение веса материала при равной прочности.

Исходные данные:

- стержень из стали 70. Предел прочности  $120 \text{ кгс/мм}^2$ . Удельный вес  $7,7 \text{ г/см}^3$
- стержень из дюралюминия Д16Т. Предел прочности  $40 \text{ кгс/мм}^2$ ; Удельный вес  $2,8 \text{ г/см}^3$

Требуется определить, какой стержень будет легче по весу при одинаковом разрушающем усилии.

*Задача 2.* Определение скорости сваливания.

Исходные данные:

- взлетный вес самолета 1000 кгс;
- крейсерская скорость 200 км/ч;
- максимальный коэффициент подъемной силы в два раза больше чем на крейсерском полете.
- площадь крыла 40 м<sup>2</sup>;

Определить значение скорости сваливания. Дать определение скорости сваливания.

### **Типовые ситуационные задачи для проведения промежуточной аттестации**

1. На беспилотном воздушном судне до 30 кг отказал двигатель. Что будет происходить при горизонтальном полете?
2. Действия внешнего пилота при обледенении беспилотного воздушного судна.
3. Что должен делать внешний пилот при потере связи с беспилотным воздушным судном?
4. Как влияет угол установки крыла относительно оси БПЛА на угол фюзеляжа относительно горизонта?
5. Как определить сортность бензина?

## **10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины**

Методика преподавания дисциплины «Конструкция беспилотных воздушных судов» характеризуется совокупностью методов, приемов и средств обучения, обеспечивающих реализацию содержания и учебных целей дисциплины, которая может быть представлена как некоторая методическая система, включающая методы, приемы и средства обучения. Такой подход позволяет более качественно подойти к вопросу освоения дисциплины обучающимися.

Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся по дисциплинам. Лекция имеет целью дать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, раскрыть состояние и перспективы прогресса конкретной области науки, сконцентрировать внимание на наиболее сложных и узловых вопросах. Эта цель определяет дидактическое назначение лекции, которое заключается в том, чтобы ознакомить обучающихся с основным содержанием, категориями, принципами и закономерностями изучаемой темы и предмета обучения в целом, его главными идеями и направлениями развития. Именно на лекции

формируется научное мировоззрение обучающегося, закладываются теоретические основы фундаментальных знаний будущего управленца, стимулируется его активная познавательная деятельность.

Каждая лекция представляет собой устное изложение лектором основных теоретических положений изучаемой дисциплины или отдельной темы, как логически законченное целое и имеет конкретную целевую установку. Лекция показывает перспективы развития изучаемой области знаний, навыков и практических умений.

Практические занятия проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков, в том числе на виртуальных тренажерах. Основным содержанием этих занятий является практическая работа каждого обучающегося. Назначение практических занятий – закрепление, углубление и комплексное применение на практике теоретических знаний, выработка умений и навыков обучающихся в решении практических заданий. Вместе с тем, на этих занятиях, осуществляется активное формирование и развитие навыков и качеств, необходимых для последующей профессиональной деятельности. Практические занятия проводятся по наиболее сложным вопросам дисциплины и имеют целью углубленно изучить ее содержание, привить обучающимся навыки самостоятельного поиска и анализа информации, умение делать обоснованные выводы, аргументировано излагать и отстаивать свое мнение. Также в качестве элемента практической подготовки применяется разбор конкретной ситуации и работа на виртуальных тренажерах. Каждое практическое занятие заканчивается, как правило, кратким подведением итогов, указаниями преподавателя о последующей самостоятельной работе.

Текущий контроль успеваемости студентов осуществляется для оценки уровня остаточных знаний путём проведения устных опросов, решения расчетных и ситуационных задач, проведения контрольной работы.

В современных условиях перед студентом стоит важная задача – научиться работать с массивами информации. Обучающимся необходимо развивать в себе способность и потребность использовать доступные информационные возможности и ресурсы для поиска нового знания и его распространения. Обучающимся необходимо научиться управлять своей познавательной деятельностью в системе «информация – знание – информация». Прежде всего, для достижения этой цели, в вузе организуется самостоятельная работа обучающихся. Кроме того, современное обучение предполагает, что существенную часть времени в освоении учебной дисциплины обучающийся проводит самостоятельно. Принято считать, что такой метод обучения должен способствовать творческому овладению обучающимися специальными знаниями и навыками.

Самостоятельная работа обучающегося весьма многообразна и содержательна. Она включает следующие виды занятий: самостоятельный поиск, анализ информации и проработка учебного материала; подготовку к устному опросу; решению расчетных и ситуационных задач, подготовку к контрольной работе.

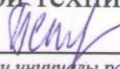
Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде зачета с оценкой в 7 семестре. К моменту промежуточной аттестации должны быть успешно пройдены предыдущие формы контроля. Промежуточная аттестация позволяет оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.04 «Прикладная математика»

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры № 24 «Авиационной техники и диагностики» «17» 11 2023 года, протокол № 4.

Разработчики:

  
Давыдов И.А.  
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)

Заведующий кафедрой № 24 «Авиационной техники и диагностики»  
к.т.н., доцент  Петрова Т.В.  
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)

Программа согласована:

Руководитель ОПОП  
д.т.н., доцент  Костин Г.А.  
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы руководителя ОПОП)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методического совета Университета «22» 11 2023 года, протокол № 3.