

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

  
« 07 » февраля 2024 г.

Малкин В.Ю.

2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«РАСЧЕТ БАС НА ПРОЧНОСТЬ»**

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

Луганск 2024

## Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Расчет БАС на прочность» по направлению подготовки 25.03.03 Аэронавигация профиля «Эксплуатация беспилотных авиационных систем» – 22 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Расчет БАС на прочность» 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.

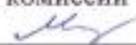
Заведующий кафедрой специальных технических средств  Победа Т. В.

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 «Расчет БАС на прочность» является формирование знаний, умений и навыков определения эксплуатационных и разрушающих нагрузок, действующих на агрегаты ЛА на различных этапах полета, решения задач по расчету разнообразных авиационных конструкций на прочность, жесткость, устойчивость и колебания.

Задачи изучения дисциплины «Расчет БАС на прочность»:

- формирование базовой терминологии и понятий в области прочностного расчета объектов авиационной техники;
- получение навыков использования в работе современной нормативно-справочной литературы (норм прочности и АП);
- уметь проводить расчет эксплуатационных и разрушающих нагрузок, действующих на агрегаты летательного аппарата;
- приобрести практические навыки по определению напряженно-деформированного состояния в произвольной точке силовой конструкции агрегата летательного аппарата
- приобрести практические навыки по расчету амплитудно-частотных характеристик колебательных процессов в агрегатах летательного аппарата при действии заданного спектра нагрузок.

Дисциплина «Расчет БАС на прочность» обеспечивает подготовку выпускника к эксплуатационно-технологическому и сервисному виду профессиональной деятельности.

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

Дисциплина «Расчет БАС на прочность» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений модуля обязательных дисциплин учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

*знания:*

- определений и понятий терминов по нагрузкам, действующим на элементы БАС;
- свойств и характеристик материалов, используемых в авиации (алюминий, композиты, сталь и т.д.) и их влияние на прочность конструкции;

*умения:*

- выполнять расчеты прочности конструкций на изгиб, кручение и усталость с использованием соответствующих формул и методов;
- определять и анализировать нагрузки, действующие на конструкцию самолета, и их распределение;

*владеть навыками:*

- системой расчета, предъявляемых к авиационной технике за счет применения перспективных управляющих программ;
- методами проектирования конструкций с учетом прочностных характеристик и требований безопасности.

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

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-1. Способен применять методы анализа и расчета в аэродинамических механических, электромагнитных и комбинированных системах	ПК-1.1 использует методы решения задач механики для оценки прочности авиационных конструкций;	Знать: свойства авиационных материалов и методы их испытания.
	ПК-1.2 проводит расчет аэродинамических	Уметь: выполнять расчет на прочность элементов конструкций летательных

для решения профессиональных задач	характеристик ВВС СВТ, используя методы теоретической и экспериментальной аэродинамики; ПК-1.3 использует методы анализа основ конструкции ВВС СВТ, имеющих отношение к их эксплуатации.	аппаратов, обеспечивая при этом высокую степень надежности и долговечности при минимальной массе и стоимости.
		Владеть: четкими знаниями, необходимыми для решения проблем, возникающих при проектировании и расчёте элементов авиационных конструкций, обеспечивая высокую степень надежности и долговечности

#### 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> (5 зач. ед.)	-
<b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)</b> <b>в том числе:</b>	<b>85</b>	-
Лекции	51	-
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	34	-
Лабораторные работы		
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 7

###### Тема 1. Введение. Общие сведения теории прочности

Основные понятия прочности, надежности, живучести, безотказности. Основные конструкционные материалы, применяемые в авиационном строении. Усталостная долговечность. Требования, предъявляемые к конструкции самолета. Масса как критерий выбора проектного решения. Уравнение существования самолета. Нормы прочности и жесткости. Запас прочности и прочностная надежность конструкции. Критерии прочности. Коэффициент безопасности. Обеспечение прочности конструкций. Разрушающие напряжения элементов конструкций. Разрушения металлических материалов.

###### Тема 2. Расчет тонкостенных конструкций

Общие сведения об оболочках. Зависимость между деформациями и перемещениями. Усилия и моменты. Уравнения равновесия элемента оболочки. Устойчивость цилиндрических оболочек в пределах упругости. Сжатие замкнутой оболочки вдоль образующей. Устойчивость оболочки при кручении и изгибе. Осевое сжатие или изгиб и внешнее давление. Внешнее давление и кручение. Внешнее давление, кручение и изгиб. Устойчивость цилиндрических панелей при осевом сжатии, при сдвиге.

### **Тема 3. Нагрузки, действующие на летательный аппарат**

Силы, действующие на самолет в полете. Нагружение агрегатов самолета и их деформация под нагрузкой. Расчетные и эксплуатационные нагрузки. Перегрузки. Коэффициент перегрузки. Криволинейный полет в вертикальной и горизонтальной плоскостях, в неспокойном воздухе (болтанка). Статическое и динамическое нагружение частей летательных аппаратов. Аэроупругость. Дивергенция несущих поверхностей, реверс руля. Явление шимми. Основные расчетные случаи нагружения. Акустические нагрузки. Повторные нагрузки.

### **Тема 4. Расчет элементов конструкций летательных аппаратов. Расчет крыла**

Расчет крыла. Геометрические параметры крыла. Определение перерезывающих сил, изгибающих и крутящих моментов. Выбор силовой схемы крыла. Подбор сечений элементов силовой схемы крыла. Определение нагрузок, действующих на крыло. Внешние нагрузки, действующие на крыло. Определение внешних нагрузок по размаху крыла. Определение внешних нагрузок, действующих на крылья самолета. Распределение внешних нагрузок по размаху крыла. Учет стреловидности крыла.

### **Тема 5. Расчет элементов конструкций летательных аппаратов. Расчет фюзеляжа**

Расчет фюзеляжа. Внешние нагрузки на фюзеляж от оперения. Уравновешивание самолета в вертикальной плоскости. Уравновешивание самолета в плоскости, перпендикулярной плоскости симметрии самолета. Построение эпюр перерезывающих сил, изгибающих и крутящих моментов для фюзеляжа. Подбор сечений силовых элементов фюзеляжа. Оценка прочности элементов сечения фюзеляжа. Расчет шпангоута. Нагружение шпангоутов. Определение нагрузки от вертикального и горизонтального оперения. Нагружение крыльевого шпангоута. Проектировочный расчет шпангоута на прочность.

### **Тема 6. Расчет элементов конструкций летательных аппаратов. Расчет шасси**

Расчет шасси. Исходные данные для расчета шасси. Подбор параметров амортизационной системы. Расчет элементов шасси на прочность.

### **Тема 7. Нормы прочности. Коэффициент безопасности. Основные расчетные случаи нагружения самолета**

Разбивка самолетов на классы. Коэффициент безопасности. Основные расчетные случаи. Нагружение самолёта.

### **Тема 8. Расчет на прочность элеронов, рулей и элементов механизации крыла**

Нагрузки, действующие на элероны, рули и элементы механизации крыла. Расчет рулей на прочность. Расчет элеронов на прочность. Расчет на прочность элементов механизации крыла.

### **Лекции**

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Введение. Общие сведения теории прочности	6	
2	Расчет тонкостенных конструкций	6	
3	Нагрузки, действующие на летательный аппарат	6	
4	Расчет элементов конструкций летательных аппаратов. Расчет крыла	6	
5	Расчет элементов конструкций летательных аппаратов. Расчет фюзеляжа	6	
6	Расчет элементов конструкций летательных аппаратов. Расчет шасси	7	
7	Нормы прочности. Коэффициент безопасности. Основные расчетные случаи нагружения самолета	7	
8	Расчет на прочность элеронов, рулей и элементов механизации крыла	7	
<b>Итого:</b>		<b>51</b>	

### 4.3 Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Введение. Общие сведения теории прочности	4	
2	Расчет тонкостенных конструкций	4	
3	Нагрузки, действующие на летательный аппарат	4	
4	Расчет элементов конструкций летательных аппаратов. Расчет крыла	4	
5	Расчет элементов конструкций летательных аппаратов. Расчет фюзеляжа	4	
6	Расчет элементов конструкций летательных аппаратов. Расчет шасси	4	
7	Нормы прочности. Коэффициент безопасности. Основные расчетные случаи нагружения самолета	5	
8	Расчет на прочность элеронов, рулей и элементов механизации крыла	5	
<b>Итого:</b>		<b>34</b>	

### 4.4 Лабораторные работы

Не предусмотрено планом

### 4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Введение. Общие сведения теории прочности	Подготовка к практическому занятию и к промежуточной аттестации.	11	
2	Расчет тонкостенных конструкций	Подготовка к практическому занятию и к промежуточной аттестации.	12	
3	Нагрузки, действующие на летательный аппарат	Подготовка к практическим занятиям и к промежуточному контролю. Самостоятельный поиск источников информации.	12	
4	Расчет элементов конструкций летательных аппаратов. Расчет крыла	Подготовка к практическим занятиям и к промежуточному контролю. Самостоятельный поиск источников информации.	12	
5	Расчет элементов конструкций летательных аппаратов. Расчет фюзеляжа	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации.	12	

6	Расчет элементов конструкций летательных аппаратов. Расчет шасси	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации.	12	
7	Нормы прочности. Коэффициент безопасности. Основные расчетные случаи нагружения самолета	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации.	12	
8	Расчет на прочность элеронов, рулей и элементов механизации крыла	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации.	12	
<b>Итого:</b>			<b>95</b>	

#### 4.7 Курсовые работы/проекты по дисциплине «Расчет БАС на прочность»

Курсовые работы не предусмотрены планом.

### 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 Тарасов, Ю.Л. Расчет на прочность элементов конструкции самолета: учебное пособие. –Ю.Л. Тарасов. – Самара, 2000. – 112 с.

2 Лизин В.Т. Проектирование тонкостенных конструкций / В.Т. Лизин, В.А. Пяткин. – М.: Машиностроение, 2003. – 408 с.

3. 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. Егер, С.М. Проектирование самолетов: учебник для вузов: репр. воспр. изд. 1983 / под.ред С.М. Егера. – 4-е изд. –М.: Логос, 2005. – 648 с.

2. Кан С.Н. Расчет самолета на прочность /С.Н. Кан, И. А. Свердлов.-М: Машиностроение, 1966.-520 с.

3. Подружин Е.Г. Конструкция и проектирование летательных аппаратов. Крыло [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие/ Подружин Е.Г., Рябчиков П.Е.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010.—116 с.— Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=548161>.

4. Подружин Е.Г. Конструкция и проектирование летательных аппаратов. Фюзеляж [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие/ Подружин Е.Г., Рябчиков П.Е., Степанов В.М.—Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2011.— 104 с.— Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=548161>.

5. Фролова, О.А. Механизмы и характер разрушения металлических материалов при многократных видах нагружения: методические указания / О.А. Фролова; Оренбургский гос. ун-т. –Оренбург: ОГУ, 2018. – 29 с. – Режим доступа: [http://artlib.osu.ru/web/books/metod\\_all/67184\\_20180605.pdf](http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/67184_20180605.pdf).

**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 «Расчет БАС на прочность» 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:

<b>Функциональное назначение</b>	<b>Бесплатное программное обеспечение</b>	<b>Ссылки</b>
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  
«Расчет БАС на прочность»**

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>	ПК-1. Способен применять методы анализа и расчета в аэродинамических механических, электромагнитных и комбинированных системах для решения профессиональных задач	<b>Пороговый</b>	<b>знать:</b> свойства авиационных материалов и методы их испытания.
<b>Основной</b>		<b>Базовый</b>	<b>уметь:</b> выполнять расчет на прочность элементов конструкций летательных аппаратов, обеспечивая при этом высокую степень надежности и долговечности при минимальной массе и стоимости.
<b>Заключительный</b>		<b>Высокий</b>	<b>владеть:</b> четкими знаниями, необходимыми для решения проблем, возникающих при проектировании и расчёте элементов авиационных конструкций, обеспечивая высокую степень надежности и долговечности

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.	ПК-1	Способен применять методы анализа и расчета в аэродинамических механических, электромагнитных и комбинированных системах для решения профессиональных задач	<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><i>Тема 1. Введение. Общие сведения теории прочности</i></p> <p><i>Тема 2. Расчет тонкостенных конструкций</i></p> <p><i>Тема 3. Нагрузки, действующие на летательный аппарат</i></p> <p><i>Тема 4. Расчет элементов конструкций летательных аппаратов. Расчет крыла</i></p> <p><i>Тема 5. Расчет элементов конструкций летательных аппаратов. Расчет фюзеляжа</i></p> <p><i>Тема 6. Расчет элементов конструкций летательных аппаратов. Расчет шасси</i></p> <p><i>Тема 7. Нормы прочности. Коэффициент безопасности. Основные расчетные случаи нагружении самолета</i></p> <p><i>Тема 8. Расчет на прочность элеронов, рулей и элементов механизации крыла</i></p>	Начальный, Основной, Заключительный  7

## 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.	ПК-1	ПК-1.1 использует методы решения задач механики для оценки прочности авиационных конструкций; ПК-1.2 проводит расчет 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.	знать: свойства авиационных материалов и методы их испытания. уметь: выполнять расчет на прочность элементов конструкций летательных аппаратов, обеспечивая при этом высокую степень надежности и долговечности при минимальной массе и стоимости. владеть: четкими знаниями, необходимыми для решения проблем, возникающих при проектировании и расчёте элементов авиационных конструкций, обеспечивая высокую степень надежности и долговечности	<i>Тема 1. Введение. Общие сведения теории прочности</i> <i>Тема 2. Расчет тонкостенных конструкций</i> <i>Тема 3. Нагрузки, действующие на летательный аппарат</i> <i>Тема 4. Расчет элементов конструкций летательных аппаратов. Расчет крыла</i> <i>Тема 5. Расчет элементов конструкций летательных аппаратов. Расчет фюзеляжа</i> <i>Тема 6. Расчет элементов конструкций летательных аппаратов. Расчет шасси</i> <i>Тема 7. Нормы прочности. Коэффициент безопасности. Основные расчетные случаи нагружения самолета</i> <i>Тема 8. Расчет на прочность элеронов, рулей и элементов механизации крыла</i>	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала, задания по практическим занятиям, реферат, экзамен

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

1. Определите основные нагрузки, действующие на крыло самолета в процессе полета.
2. Что такое прочность материала, и какие факторы влияют на прочность крыла?
3. Объясните, что такое изгиб и кручение крыла. Как они влияют на его прочность?
4. Каковы основные методы расчета прочности крыла? Укажите их преимущества и недостатки.

5. Что такое предельные состояния крыла, и как они определяются в процессе проектирования?

6. Опишите, как распределяются нагрузки по крылу в зависимости от его геометрии и конструкции.

7. Каковы основные материалы, используемые для изготовления крыла, и как их свойства влияют на прочность?

8. Что такое коэффициент запаса прочности, и как он рассчитывается для крыла?

9. Каковы основные этапы расчета прочности крыла на изгиб и кручение?

10. Объясните, как выполняется анализ усталости крыла и какие факторы необходимо учитывать.

Практические вопросы

11. На основе заданных параметров крыла (размеры, материал, нагрузки) выполните расчет прочности на изгиб.

12. Как вы будете определять максимальные напряжения в крыле при заданных условиях эксплуатации?

13. Предложите методику расчета прочности крыла с учетом динамических нагрузок (например, при маневрах).

14. Как вы будете учитывать влияние температуры на прочность материалов крыла?

15. Решите задачу на расчет прочности крыла, используя метод конечных элементов (МКЭ). Опишите основные шаги.

Расчетные задачи

16. Дано: размах крыла 15 м, площадь 30 м<sup>2</sup>, максимальная подъемная сила 50 кН. Рассчитайте максимальное напряжение в крыле при условии равномерного распределения нагрузки.

17. Для крыла с заданной геометрией и материалом выполните расчет на кручение. Укажите все необходимые формулы и промежуточные результаты.

18. Рассчитайте коэффициент запаса прочности для крыла, если предельное напряжение материала составляет 300 МПа, а расчетное напряжение — 150 МПа.

19. На основе данных о нагрузках и геометрии крыла выполните расчет его жесткости. Как это влияет на прочность?

20. Решите задачу на определение предела усталости крыла при заданном количестве циклов нагрузки. Укажите все необходимые параметры и формулы.

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)

Вопрос 1: Выберите правильный ответ

Какой из следующих факторов не влияет на прочность крыла?

- A) Материал крыла
- B) Геометрия крыла
- C) Цвет крыла
- D) Нагрузки, действующие на крыло

Правильный ответ: C) Цвет крыла

---

Вопрос 2: Верно или неверно

Крыло самолета испытывает только статические нагрузки во время полета.

Правильный ответ: Неверно (крыло также испытывает динамические нагрузки).

---

Вопрос 3: Выберите правильный ответ

Какой метод используется для расчета прочности крыла на изгиб?

- A) Метод конечных элементов
- B) Метод Монте-Карло
- C) Метод анализа временных рядов
- D) Метод линейной регрессии

Правильный ответ: A) Метод конечных элементов

---

Вопрос 4: Установите соответствие

Установите соответствие между типами нагрузок и их описаниями.

Тип нагрузки	Описание
A) Статическая нагрузка	1) Нагрузка, изменяющаяся со временем
B) Динамическая нагрузка	2) Нагрузка, действующая постоянно
C) Усталостная нагрузка	3) Нагрузка, вызывающая усталость материала

Правильное соответствие:

- A - 2
- B - 1
- C - 3

---

Вопрос 5: Выберите правильный ответ

Какой из следующих материалов обычно используется для изготовления крыла?

- A) Дерево
- B) Сталь
- C) Алюминий
- D) Все вышеперечисленное

Правильный ответ: D) Все вышеперечисленное

---

Вопрос 6: Верно или неверно

Коэффициент запаса прочности рассчитывается как отношение предельного напряжения к расчетному напряжению.

Правильный ответ: Верно

---

Вопрос 7: Выберите правильный ответ

Какой из следующих методов не используется для анализа усталости крыла?

- A) Метод SN-кривой
- B) Метод предельных состояний
- C) Метод конечных элементов
- D) Метод линейного программирования

Правильный ответ: D) Метод линейного программирования

---

Вопрос 8: Установите соответствие

Установите соответствие между типами напряжений и их описаниями.

Тип напряжения	Описание
A) Сжимающее напряжение	1) Напряжение, вызывающее растяжение
B) Растягивающее напряжение	2) Напряжение, вызывающее сжатие
C) Сдвиговое напряжение	3) Напряжение, вызывающее сдвиг

Правильное соответствие:

- A - 2
- B - 1
- C - 3

---

Вопрос 9: Выберите правильный ответ

Какой из следующих факторов влияет на жесткость крыла?

- A) Геометрия крыла
- B) Материал крыла
- C) Нагрузки, действующие на крыло
- D) Все вышеперечисленное

Правильный ответ: D) Все вышеперечисленное

---

Вопрос 10: Верно или неверно

При расчете крыла на прочность необходимо учитывать только статические нагрузки.

Правильный ответ: Неверно (необходимо учитывать как статические, так и динамические нагрузки).

#### 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)

Практическое задание 1: Расчет прочности на изгиб

Задача: Рассчитайте максимальное изгибающее напряжение в крыле самолета с заданными параметрами.

Данные:

- Размах крыла: 15 м
- Площадь крыла: 30 м<sup>2</sup>
- Максимальная подъемная сила: 50 кН
- Момент инерции сечения крыла: 0,5 м<sup>4</sup>

Вопросы:

1. Рассчитайте максимальное изгибающее напряжение в крыле.
2. Какое значение предельного напряжения для используемого материала (например, алюминий)?
3. Определите коэффициент запаса прочности.

Практическое задание 2: Расчет прочности на кручение

Задача: Выполните расчет прочности крыла на кручение.

Данные:

- Длина крыла: 10 м
- Угол кручения: 5°
- Модуль сдвига материала: 25 ГПа
- Полярный момент инерции сечения: 0,1 м<sup>4</sup>

Вопросы:

1. Рассчитайте максимальное крутильное напряжение в крыле.
2. Какое значение предельного крутильного напряжения для используемого материала?
3. Определите коэффициент запаса прочности для кручения.

Практическое задание 3: Анализ усталости крыла

Задача: Проведите анализ усталости крыла при заданном количестве циклов нагрузки.

Данные:

- Максимальная подъемная сила: 50 кН
- Минимальная подъемная сила: 10 кН
- Количество циклов нагрузки: 100000
- Модуль усталости материала: 200 МПа

Вопросы:

1. Рассчитайте амплитуду напряжений.
2. Используя SN-кривую, определите, будет ли крыло подвержено усталости при заданном количестве циклов.
3. Каковы рекомендации по увеличению срока службы крыла?

Практическое задание 4: Расчет жесткости крыла

Задача: Рассчитайте жесткость крыла и определите, как она влияет на прочность.

Данные:

- Размах крыла: 12 м
- Модуль упругости материала: 70 ГПа
- Момент инерции сечения: 0,03 м<sup>4</sup>

Вопросы:

1. Рассчитайте жесткость крыла.
2. Как жесткость влияет на прочность крыла при различных нагрузках?
3. Как можно увеличить жесткость крыла без увеличения его веса?

Практическое задание 5: Сравнительный анализ

Задача: Сравните прочность крыла, выполненного из различных материалов (например, алюминий, композитные материалы, сталь).

Вопросы:

1. Рассчитайте прочность крыла для каждого материала при одинаковых условиях.
2. Какой материал имеет наибольший коэффициент запаса прочности?
3. Каковы преимущества и недостатки каждого материала с точки зрения прочности и веса?

Практическое задание 6: Моделирование с использованием метода конечных элементов (МКЭ)

Задача: Используйте программное обеспечение для моделирования крыла с помощью метода конечных элементов.

Вопросы:

1. Определите параметры модели (размеры, материал, нагрузки).
2. Проведите анализ и получите результаты (напряжения, деформации).
3. Каковы выводы по результатам моделирования? Какие рекомендации можно сделать для улучшения конструкции?

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. Реферат (базовый уровень)

1. Основные концепции прочности в авиации: Рассмотрите ключевые концепции и определения, связанные с прочностью самолетов, включая такие понятия, как упругость, пластичность и коэффициент запаса прочности.

2. Типы нагрузок на самолет: Проанализируйте различные виды нагрузок (статические, динамические, инерционные, усталостные и т.д.), действующих на самолет в процессе полета, и их влияние на прочность конструкции.

3. Методы расчета прочности конструкции самолета: Исследуйте основные методы расчета прочности, используемые в авиации, включая аналитические, численные и экспериментальные подходы.

4. Материалы, используемые в конструкциях самолетов: Оцените свойства и характеристики современных материалов (алюминий, композиты, титаны и т.д.), используемых в строительстве самолетов, и их влияние на прочность конструкции.

5. Анализ устойчивости и прочности крыла самолета: Рассмотрите методы расчета и анализа прочности крыла, включая изгиб, кручение и усталость, а также методы их оценки.

6. Влияние усталости на прочность конструкции самолета: Проанализируйте, как цикл нагрузок и усталостные характеристики материалов влияют на срок службы и надежность самолетов.

7. Использование численных методов в расчете прочности: Исследуйте применение метода конечных элементов (МКЭ) в расчетах прочности авиационных конструкций, включая основные этапы модели и интерпретацию результатов.

8. Обследование и мониторинг состояния конструкции самолета: Оцените методы контроля и мониторинга состояния самолетов в эксплуатации, включая неразрушающий контроль и диагностику.

9. Проблемы и вызовы в расчете прочности самолетов: Обсудите актуальные проблемы и вызовы, с которыми сталкиваются инженеры при проектировании и расчете прочности конструкций самолетов.

10. Расчет прочности в контексте новых технологий: Рассмотрите влияние новых технологий (например, 3D-печать, использование искусственного интеллекта) на методы проектирования и расчета прочности самолетов.

11. История и эволюция методов расчета самолета на прочность: Проследите развитие методов и технологий расчета прочности в авиации и как они эволюционировали в ответ на изменения в конструкции и материаловедении.

12. Сравнительный анализ прочности различных типов самолетов: Проведите сравнительный анализ прочности различных типов самолетов (например, пассажирские, грузовые, военные) и оцените, как конструктивные особенности влияют на прочностные характеристики.

13. Примеры аварий, связанных с недостаточной прочностью конструкции: Исследуйте случаи авиакатастроф, вызванные недостатками в прочности конструкции, проанализируйте причины и уроки, которые были извлечены.

14. Влияние климатических условий на прочность конструкции самолета: Обсудите, как различные климатические условия (температура, влажность, коррозия) могут оказывать влияние на прочность и долговечность самолетов.

15. Будущее расчетов прочности в авиации: Прогнозирование тенденций в области расчетов прочности и потенциальные направления исследований для повышения надежности современных и будущих авиационных конструкций.

#### 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.)

## 5. Оценочные средства по экзамену

### Вопросы к экзамену

1. Определите основные понятия прочности в авиации. Что такое прочность, жесткость и устойчивость?
  2. Какие виды нагрузок действуют на самолет в процессе полета? Опишите статические, динамические и инерционные нагрузки.
  3. Что такое коэффициент запаса прочности? Как он рассчитывается и почему он важен для проектирования самолетов?
  4. Объясните, что такое усталость материала. Как она влияет на прочность конструкции самолета?
  5. Каковы основные методы расчета прочности конструкции самолета? Укажите их преимущества и недостатки.
  6. Что такое предельные состояния конструкции? Как они определяются в процессе проектирования?
  7. Опишите влияние температуры и коррозии на прочность материалов, используемых в авиации.
  8. Каковы основные материалы, используемые в конструкции самолетов? Как их свойства влияют на прочность и вес конструкции?
  9. Что такое анализ методом конечных элементов (МКЭ)? Как он применяется в расчетах прочности самолетов?
  10. Каковы основные этапы проектирования крыла самолета с точки зрения прочности?  
Практические вопросы
  11. Рассчитайте максимальное изгибающее напряжение в крыле самолета с заданными параметрами (размах, площадь, максимальная подъемная сила).
  12. Как вы будете определять максимальные напряжения в фюзеляже самолета при заданных условиях эксплуатации?
  13. Предложите методику расчета прочности крыла на кручение. Укажите необходимые формулы и параметры.
  14. Как вы будете учитывать влияние усталости на прочность конструкции самолета? Приведите примеры расчетов.
  15. Решите задачу на определение предела усталости крыла при заданном количестве циклов нагрузки. Укажите все необходимые параметры и формулы.
- Вопросы на анализ и решение проблем
16. Анализируйте случай аварии, связанной с недостаточной прочностью конструкции. Какие уроки можно извлечь из этого случая?
  17. Каковы последствия изменения климата для прочности авиационных конструкций? Обсудите влияние экстремальных температур и влажности.

18. Обсудите, как использование новых технологий (например, композитов) изменяет подходы к расчету прочности самолетов.

19. Каковы основные проблемы, с которыми сталкиваются инженеры при проектировании самолетов с точки зрения прочности?

20. Как вы будете использовать результаты моделирования (например, МКЭ) для оптимизации конструкции самолета? Приведите примеры.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – экзамен.

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 четкие 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. 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.			