ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)

РОСТОВСКИЙ ФИЛИАЛ МГТУ ГА

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 13DE759CC81E7DCE9F325D44F50492B6
Владелец: Бобушев Сергей Алексеевич
Действителен: с 11.12.2023 до 05.03.2025

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора по НиМР
_____ И.А. Сизько
«26» мая 2022г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине **Б1.ОД.21 Сопротивление материалов**
(*шифр и название дисциплины*)

Направление подготовки	25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей		
Квалификация (степень)	Бакалавр		
Профиль подготовки	Поддержание летной годности		
Кафедра	Воздушных судов и авиационных двигателей		
Курс обучения	2		
Форма обучения	очная		
Общий объём учебных часов на дисциплину	180 *часов*	5 *з.е.*	
Семестр	3, 4		
Объём аудиторной нагрузки	82 *часа*		
Лекции	30 *часов*		
Практические занятия	32 *часа*		
Лабораторные работы	20 *часов*		
Курсовой проект			
Зачёт	3 *семестр*		
Дифференцированный зачёт			
Экзамен	4 *семестр*		
Объём самостоятельной работы студента	98 *часов*		

Ростов-на-Дону, 2022 г.

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Целями освоения дисциплины являются:

- формирование научного мышления в вопросах обеспечения прочности и прочностной надежности типовых элементов конструкции;
- изучение методов расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкции типа стержней;
- изучение экспериментальных методов определения сопротивления материалов деформациям и разрушению.

Основная задача – освоить инженерные методы расчетов, позволяющие обеспечить приемлемую надежность по критериям прочности, жесткости и устойчивости деталей машин и элементов конструкций в процессе их эксплуатации.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины, наименование индикатора достижения, результаты обучения

универсальные:

УК-1 - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

Результаты обучения:

знать:

методики поиска, сбора и обработки информации (УК-1.1.1);

метод системного анализа (УК-1.1.3);

уметь:

применять методики поиска, сбора и обработки информации (УК-1.2.1);

применять системный подход для решения поставленных задач (УК-1.2.3);

владеть:

(методикой системного подхода для решения поставленных задач (УК-1.3.2);

общепрофессиональные:

ОПК-1 - Способен использовать основные законы математики, единицы измерения, фундаментальные принципы и теоретические основы физики, теоретической механики, гидравлики, имеющие отношение к техническому обслуживанию воздушных судов.

ИД-2$_{ОПК-1}$ - Применять законы физики для оценки значений параметров физических систем.

Результаты обучения*:*

знать:

основные положения и законы физики для оценки прочностных свойств материалов и конструкций (ОПК-1.1.30);

уметь:

применять законы физики и естественных наук при расчетах на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций (ОПК-1.2.20);

ИД-3$_{ОПК-1}$ - Рассчитывать элементы авиационных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость.

Результаты обучения*:*

знать:

основные современные методы расчета статически определимых и неопределимых

систем на прочность, жесткость, устойчивость, сопротивление усталости и живучесть в условиях сложного нагружения (ОПК-1.1.49);

основные механические свойства и характеристики современных конструкционных материалов и способы их определения (ОПК-1.1.50);

уметь:

обоснованно выбирать рациональные геометрические и конструктивно – технологические параметры элементов авиационных конструкций с использованием расчетов на прочность, жесткость и устойчивость (ОПК-1.2.34);

анализировать влияние характеристик конструкционных материалов на прочностную надежность авиационных конструкций (ОПК-1.2.35);

владеть:

навыками применения современных методов расчета статически определимых и неопределимых систем на прочность, жесткость, устойчивость, сопротивление усталости и живучесть в условиях сложного нагружения (ОПК-1.3.26).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Сопротивление материалов относится к учебным дисциплинам обязательной части учебного плана образовательной программы направления подготовки 25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей, квалификация (степень) – бакалавр.

Для успешного освоения данной дисциплины обучающийся должен владеть знаниями, умениями и навыками, сформированными по дисциплинам Б1.ОД.10 Высшая математика; Б1.ОД.12 Физика; Б1.ОД.19 Инженерная и компьютерная графика; Б1.ОД.20 Теоретическая механика; Б1.ОД.25 Авиационное материаловедение, в частности:

знать:

- общие законы физики, которым подчиняются движение и равновесие материальных тел;
- основные положения и законы физики для оценки прочностных свойств материалов и конструкций;
- основные механические свойства и характеристики современных конструкционных материалов и способы их определения;

уметь:

- применять методы высшей математики в рамках дисциплины и при решении профессиональных задач;
- составлять механические модели типовых элементов конструкций;

владеть:

- навыками составления механических систем, применяемых в исследовании конкретных механизмов.

Дисциплины, для которых содержание данной учебной дисциплины, выступает опорой:

Б1.ОД.22 Детали машин; Б1.ОД.31 Динамика и прочность авиационных конструкций; Б1.ОД.32 Техническая диагностика авиационной техники; Б1.ВД.М.1.1 Конструкция и прочность самолетов; Б1.ВД.М.2.1 Конструкция и прочность вертолетов; Б1.ВД.М.1.2 Гидромеханические системы самолетов; Б1.ВД.М.2.2 Гидромеханические системы вертолетов; Б1.ВД.М.1.3 Конструкция и прочность авиационных двигателей; Б1.ВД.М.2.3 Конструкция и прочность вертолетных ГТД; Б1.ВД.М.1.4 Системы авиационных двигателей; Б1.ВД.М.2.4 Системы вертолетных ГТД.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет _5_ зачетные единицы, 180 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости
			Л	Пр	Лаб	СРС	
1.	Тема 1. Основные понятия и гипотезы сопротивления материалов	3	2	-	-	2	
2.	Тема 2. Метод сечений	3	2	-	-	2	
3.	Тема 3. Расчеты на прочность и жесткость при растяжении-сжатии	3	2	4	4	10	Защита отчета по ЛР № 1
4.	Тема 4. Основы теории напряженного и деформированного состояния	3	2	2	-	2	
5.	Тема 5. Основы теории предельных состояний	3	1	2	-	4	
6.	Тема 6. Расчеты на прочность при чистом сдвиге	3	1	4	-	6	
7.	Тема 7. Расчеты на прочность и жесткость при кручении	3	2	4	4	10	Защита КДЗ 1
8.	**ИТОГО ЗА 3 СЕМЕСТР**		**12**	**16**	**8**	**36**	
9.	**Форма промежуточной аттестации - зачет**						
10.	Тема 8. Расчеты на прочность при чистом изгибе	4	2	2	-	6	
11.	Тема 9. Расчеты на прочность и жесткость при поперечном изгибе	4	2	2	4	8	Защита отчета по ЛР № 3
12.	Тема 10. Расчеты на прочность и жесткость при сложном нагружении	4	2	2	4	8	
13.	Тема 11. Частные случаи сложного нагружения	4	2	2	4	8	
14.	Тема 12. Энергетический метод определения напряжений	4	2	2	-	10	Защита КДЗ 2
15.	Тема 13. Расчет статически неопределимых стержневых систем	4	2	2	-	6	
16.	Тема 14. Основы механики разрушения	4	2	-	-	4	
17.	Тема 15. Сопротивление усталости и живучесть конструкций	4	2	2	-	6	
18.	Тема 16. Расчеты на устойчивость равновесия деформированных систем	4	2	2	-	6	
19.	**ИТОГО ЗА 4 СЕМЕСТР**		**18**	**16**	**12**	**62**	
20.	**Форма промежуточной аттестации - экзамен**						
21.	**ИТОГО:**		**30**	**32**	**20**	**98**	

Матрица соотнесения тем/разделов учебной дисциплины и формируемых в них универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций

Разделы дисциплины, темы,	Количество часов	Компетенции (знания, умения, навыки)												
		УК-1.1.1	УК-1.1.3	УК-1.2.1	УК-1.2.3	УК-1.3.2	ОПК-1.1.30	ОПК-1.1.49	ОПК-1.1.50	ОПК-1.2.20	ОПК-1.2.34	ОПК-1.2.35	ОПК-1.3.26	Σ общее количество компетенций
Тема 1. Основные понятия и гипотезы сопротивления материалов	4	+		+			+	+	+		+	+		2
Тема 2. Метод сечений	4		+				+	+	+		+	+		2
Тема 3. Расчеты на прочность и жесткость при растяжении-сжатии	20				+	+	+	+	+	+	+	+	+	2
Тема 4. Основы теории напряженного и деформированного состояния	6	+		+			+	+	+	+	+	+		2
Тема 5. Основы теории предельных состояний	7	+		+			+	+	+	+	+	+		2
Тема 6. Расчеты на прочность при чистом сдвиге	11				+	+	+	+	+		+	+	+	2
Тема 7 Расчеты на прочность и жесткость при кручении	20				+	+	+	+	+		+	+	+	2
Тема 8. Расчеты на прочность при чистом изгибе	10				+	+	+	+	+		+	+	+	2
Тема 9. Расчеты на прочность и жесткость при поперечном изгибе	16				+	+	+	+	+		+	+	+	2
Тема 10. Расчеты на прочность и жесткость при сложном нагружении	16		+		+	+	+	+	+		+	+	+	2
Тема 11. Частные случаи сложного нагружения	16		+		+	+	+	+	+		+	+	+	2
Тема 12. Энергетический метод определения напряжений	14		+		+	+	+	+	+		+	+	+	2
Тема 13. Расчет статически неопределимых стержневых систем	10		+		+	+	+	+	+		+	+	+	2
Тема 14. Основы механики разрушения	6	+		+			+	+	+	+	+	+	+	2
Тема 15. Сопротивление усталости и живучесть конструкций	10	+		+			+	+	+	+	+	+	+	2
Тема 16. Расчеты на устойчивость равновесия деформированных систем	10	+		+			+	+	+	+	+	+	+	2
ИТОГО:	**180**													2

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1 Основные понятия и гипотезы сопротивления материалов

Лекция 1 (2 часа)

Введение. Основные определения и гипотезы. Силы и их классификация Литература: [1]

Самостоятельная работа студента (2 часа)

Проработка лекционного материала Литература: [1]

Тема 2 Метод сечений

Лекция 2 (2 часа)

Внутренние силовые факторы, их определения, понятия о напряжениях, деформациях и методах расчета на прочность Литература: [1]

Самостоятельная работа студента (2 часа)

Проработка лекционного материала Литература: [1]

Тема 3 Расчеты на прочность и жесткость при растяжении-сжатии

Лекция 3 (2 часа)

Определение напряжений при растяжении - сжатии, напряженное состояние, испытание на растяжение. Условия прочности и жесткости Литература: [1]

Практическое занятие 1, 2 (4 часа)

Построение эпюр внутренних силовых факторов при растяжении – сжатии. Расчеты на прочность и жесткость при растяжении-сжатии Литература: [4; 5]

Лабораторное занятие 1 (4 часа)

Испытание на растяжение и определение характеристик механических свойств материалов Литература: [3]

Самостоятельная работа студента (10 часов)

Проработка лекционного материала; выполнение КДЗ 1; подготовка к ПЗ 1,2 и ЛР 1. Литература: [1; 3; 4; 5]

Тема 4 Основы теории напряженного и деформированного состояния

Лекция 4 (2 часа)

Напряженное и деформированное состояние в точке. Обобщенный закон Гука. Главные напряжения. Плоское напряженное состояние Литература: [1]

Практическое занятие 3 (2 часа)

Анализ и расчет напряженного состояния в точке Литература: [4; 5]

Самостоятельная работа студента (2 часа)

Проработка лекционного материала; выполнение КДЗ 1; подготовка к ПЗ 3. Литература: [1; 4; 5]

Тема 5 Основы теории предельных состояний

Лекция 5 (1 час)

Основные положения теории предельных состояний. Гипотезы пластичности Литература: [1]

Практическое занятие 4 (2 часа)

Гипотезы пластичности Литература: [4; 5]

Самостоятельная работа студента (4 часа)

Проработка лекционного материала; выполнение КДЗ 1; подготовка к ПЗ 4 Литература: [1]

Тема 6 Расчеты на прочность при чистом сдвиге

Лекция 5 (1 час)

Чистый сдвиг. Расчеты на прочность. Определение напряжений Литература: [1]

Практическое занятие 5, 6 (4 часа)

Расчеты на прочность при чистом сдвиге Литература: [4; 5]

Самостоятельная работа студента (6 часов)
Проработка лекционного материала. подготовка к ПЗ 5, 6 Литература: [1]

Тема 7 Расчеты на прочность и жесткость при кручении

Лекция 6 (2 часа)
Кручение стержней круглого и прямоугольного поперечных сечений. Определение напряжений и углов закручивания. Напряженное состояние. Условия прочности и жесткости Литература: [1]

Практическое занятие 7, 8 (4 часа).
Расчеты на прочность при кручении Литература: [4; 5]

Лабораторное занятие 2 (4 часа)
Исследование напряжений при кручении вала круглого поперечного сечения. Определение модуля сдвига Литература: [3]

Самостоятельная работа студента (10 часов)
Проработка лекционного материала; выполнение КДЗ 1; подготовка к ЛЗ 2, подготовка к ПЗ 7, 8. Литература: [1]

Тема 8 Расчеты на прочность при чистом изгибе

Лекция 7 (2 часа)
Чистый изгиб. Определение напряжений. Напряженное состояние. Условие прочности. Определение прогибов Литература: [1]

Практическое занятие 9 (2 часа)
Определение геометрических характеристик плоских сечений Литература: [4]

Самостоятельная работа студента (6 часов)
Проработка лекционного материала; подготовка к ПЗ 9 Литература: [1; 3 - 5]

Тема 9 Расчеты на прочность и жесткость при поперечном изгибе

Лекция 8 (2 часа)
Поперечный изгиб. Определение напряжений. Напряженное состояние. Расчеты на прочность Литература: [1]

Практическое занятие 10 (2 часа)
Построение эпюр внутренних факторов при поперечном изгибе. Расчеты на прочность и жесткость при поперечном изгибе Литература: [3 - 5]

Лабораторное занятие 3 (4 часа)
Исследование напряженно-деформированного состояния балки при прямом поперечном изгибе Литература: [3]

Самостоятельная работа студента (8 часов)
Проработка лекционного материала; выполнение КДЗ 2; подготовка к ПЗ 10 и ЛР 3.
Литература: [1; 3 - 5]

Тема 10 Расчеты на прочность и жесткость при сложном нагружении

Лекция 9 (2 часа)
Общий случай нагружения стержней круглого и прямоугольного поперечных сечений. Расчеты на прочность Литература: [1]

Практическое занятие 11 (2 часа)
Расчеты на прочность в общем случае нагружения стержней круглого и прямоугольного поперечных сечений Литература: [4, 5]

Лабораторное занятие 4 (4 часа)
Исследование напряженно-деформированного состояния балки при изгибе с кручением.
Литература: [3]

Самостоятельная работа студента (8 часов)
Проработка лекционного материала, подготовка к ПЗ 9, подготовка к ЛР 4.
Литература: [1; 3]

Тема 11 Частные случаи сложного нагружения

Лекция 10 (2 часа)

Частные случаи сложного нагружения. Косой изгиб. Внецентренное растяжение и сжатие. Определение напряжений. Условие прочности Литература: [1]

Практическое занятие 12 (2 часа)

Расчеты на прочность в общем случае нагружения. Построение эпюр внутренних силовых факторов для плоских систем. Расчеты на прочность при изгибе с кручением.

Литература: [3; 4]

Лабораторное занятие 5 (4 часа)

Исследование напряженно-деформированного состояния балки при косом изгибе.

Литература: [3]

Самостоятельная работа студента (8 часов)

Проработка лекционного материала; подготовка к ПЗ 10 и ЛР 5.

Литература: [1; 3; 4]

Тема 12 Энергетический метод определения напряжений

Лекция 11 (2 часа)

Содержание энергетического метода определения напряжений. Теорема Кастилиано. Интегралы Мора Литература: [1]

Практическое занятие 13 (2 часа)

Определение перемещений с использованием интегралов Мора Литература: [3 - 5]

Самостоятельная работа студента (10 часов)

Проработка лекционного материала; выполнение КДЗ 2; подготовка к ПЗ 13.

Литература: [1; 3 - 5]

Тема 13 Расчет статически неопределимых стержневых систем

Лекция 12 (2 часа)

Статически неопределимые стержневые системы. Метод сил Литература: [1]

Практическое занятие 14 (2 часа)

Расчет статически неопределимых систем при действии сил Литература: [1; 3 - 5]

Самостоятельная работа студента (6 часов)

Проработка лекционного материала; подготовка к ПЗ 14. Литература: [1; 3; 4]

Тема 14 Основы механики разрушения

Лекция 13 (2 часа)

Механики разрушения. Коэффициенты интенсивности напряжений. Силовой критерий разрушения Литература: [2]

Самостоятельная работа студента (4 часа)

Проработка лекционного материала. Литература: [2]

Тема 15 Сопротивление усталости и живучесть конструкций

Лекция 14 (2 часа)

Расчеты на прочность при переменных напряжениях. Основные понятия. Испытание на усталость Литература: [2]

Практическое занятие 15 (2 часа)

Расчеты на прочность при переменных напряжениях. Основные понятия. Испытание на усталость Литература: [2]

Самостоятельная работа студента (6 часов)

Проработка лекционного материала; подготовка к ПЗ 15. Литература: [2]

Тема 16 Расчеты на устойчивость равновесия деформированных систем

Лекция 15 (2 часа)

Устойчивость равновесия деформированных систем. Задача Эйлера. Расчеты на устойчивость Литература: [1]

Практическое занятие 16 (2 часа)
Расчеты сжатых стержней на устойчивость. Литература: [4]
Самостоятельная работа студента (6 часов)
Проработка лекционного материала; подготовка к ПЗ 15. Литература: [1; 4]

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа студентов по дисциплине Сопротивление материалов способствует более глубокому усвоению курса, формирует навыки исследовательской работы по техническим проблемам, ориентирует студента на умение применять полученные теоретические знания на практике, и проводится в следующих видах:

– проработка лекционного материала (в том числе электронной версии дисциплины);
– подготовка к выполнению и защите лабораторных работ;
– подготовка к практическим занятиям;
– выполнение контрольных домашних заданий;
– подготовка к зачету и экзамену.

Самостоятельная работа студентов при изучении курса обеспечена необходимой учебной, технической и справочной литературой, учебно-методическими пособиями, список которых приведен ниже.
- Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. М.: МВТУ им. Баумана. 2006 г.
- Петров Ю.В. Сопротивление материалов. Специальные вопросы сопротивления материалов. Тексты лекций для обучающихся по направлению 25.03.01. М.: МГТУ ГА/эл. версия НТБ. 2017г.
- Петров Ю.В., Семакова М.В. Сопротивление материалов. Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ по направлению 25.03.01 всех форм обучения. М.: МГТУ ГА /эл. версия НТБ. 2017 г.
- Борисов С.П., Хромых Т.Н. Сопротивление материалов. Пособие по проведению практических занятий. М.: МГТУ ГА /эл. версия НТБ. 2015 г.
- Петров Ю.В., Харина В.К., Хромых Т.Н. Учебно-методическое пособие по выполнению контрольных домашних заданий для обучающихся по направлению подготовки 25.03.01 и специальности 25.05.05. В.: ООО «МИР» / эл. версия НТБ. 2019 г.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАИМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1 Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль является формой системы контроля результатов усвоения обучающимися дисциплины Сопротивление материалов.

Целью текущего контроля успеваемости является качественное освоение дисциплины в течение учебного семестра, повышение уровня текущей успеваемости и активизация самостоятельной деятельности студентов.

Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования

Форма текущего контроля	**Типовые контрольные задания (вопросы)**	**Критерии оценивания**
Защита ЛР № 1 Испытание на растяжение и определение характеристик механических свойств материалов	- Какова цель лабораторной работы? - Для чего нужна диаграмма растяжения материала, и в каких координатах она строится? - Какой вид имеет диаграмма растяжения малоуглеродистой стали? - От каких факторов зависят механические характеристики материалов? - Что относят к характеристикам прочности? - Для какого участка диаграммы справедлив закон Гука?	Защита отчета по лабораторной работе принимается при выполнении следующих условий: • отчет соответствует требованиям, изложенным в Пособии по выполнению лабораторных работ; • отчет выполнен аккуратно и без ошибок в расчетах; • даны исчерпывающие ответы на контрольные вопросы; • показано овладение основной и дополнительной литературой; • ответы отличаются четкостью и логической последовательностью. Оценка «не защищено» ставится, когда не выполнены условия для защиты
Защита ЛР № 3 Исследование напряженно-деформированного состояния балки при прямом поперечном изгибе	- Как находят изгибающий момент и поперечные силы в произвольном сечении балки? - Сформулируйте правила знаков для поперечной силы и изгибающего момента. - Что такое чистый изгиб и что такое поперечный изгиб? - Запишите формулу для определения нормальных напряжений при изгибе. - Что такое нейтральный слой и где он находится? - Запишите формулу для определения касательных напряжений при поперечном изгибе. Какой внутренний силовой фактор вызывает появление касательных напряжений?	
Защита КДЗ 1 Расчеты на прочность и жесткость при растяжении – сжатии и кручении Задача 1. Построение эпюр продольных сил, нормальных напряжений по длине стержня и	1. Построить эпюру продольных сил. 2. Выбрать расчетную схему, разделив стержень на участки с различными внутренними продольными усилиями и жесткостью.	Защита КДЗ и выставление оценки «зачтено» предполагает выполнение следующих условий: • КДЗ выполнено в строгом соответствии с Методическими указаниями по выполнению КДЗ; • правильно решены задачи, либо в решении

перемещений поперечных сечений стержня	3. Подобрать диаметры сечений (d_1, d_2, d_3) из условия прочности по заданному пределу текучести материала $\sigma_т$ и коэффициенту безопасности f (таблица 1.2), обеспечив соотношение $d_1/d_2 = 1{,}5$. 4. Построить эпюру нормальных напряжений по длине стержня. 5. Построить эпюру осевых перемещений поперечных сечений стержня относительно верхнего сечения.	задач могут быть допущены отдельные ошибки, не приведшие к большим отклонениям от правильного ответа; • даны исчерпывающие ответы на контрольные вопросы; • показано овладение основной и дополнительной литературой; • ответы отличаются четкостью и логической последовательностью. Защита КДЗ не принимается, если полностью или частично не выполнены условия, соответствующие критерию «зачтено».
Задача 2. Построение эпюр крутящих моментов и расчет на прочность вала	1. Для вала, нагруженного крутящими моментами M_i (при формировании расчетной схемы необходимо учесть знаки моментов M_i в соответствии с таблицей 2.1) и уравновешивающим моментом M_y, определить значение момента M_y и построить эпюру крутящих моментов. Принять l_0=10см. 2. Подобрать из условия прочности по допускаемым напряжениям диаметр **вала сплошного поперечного сечения**, если [τ] = 90 МПа. 3. Построить эпюру угловых перемещений по длине вала относительно левого концевого сечения. Принять модуль сдвига $G = 8 \cdot 10^4$ МПа. 4. Подобрать из условия прочности по допускаемым напряжениям поперечные размеры вала **кольцевого сечения** с ориентировочным соотношением диаметров D/d, заданным вариантом задания (предпоследний столбец таблицы 2.1). 5. Построить эпюры распределения касательных напряжений по радиусам в опасных сечениях сплошного и кольцевого валов.	
Защита КДЗ 2 Расчеты на прочность и жесткость при поперечном изгибе	1. Для заданной серии балок построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов. Порядок выбора варианта КДЗ описан в методических указаний. 2. Для балки №2: 2.1. Выявить с помощью эпюр внутренних силовых факторов опасные сечения. Для одного из них (рекомендуется выбрать сечение, в котором изгибающий момент достигает максимального значения) подобрать стандартный профиль для сечения балки (рекомендуется стальной двутавр) из условия прочности по допускаемым напряжениям. Принять [σ] = 150 МПа. 2.2. Построить эпюры нормальных и касательных напряжений по высоте	

	подобранного поперечного сечения, указать опасные точки. Определить коэффициент запаса прочности балки в условиях прямого поперечного изгиба, используя теорию наибольших касательных напряжений. 3. Для балки №1 (консольно-защемленная балка), используя интегралы Мора (правило Верещагина), определить угол поворота поперечного сечения, в котором приложена сосредоточенная сила Р.	

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Текущий контроль успеваемости по дисциплине проводится при защите контрольных домашних заданий (КДЗ) и лабораторных работ.

Защита отчета по лабораторной работе осуществляется, как правило, в конце занятия. Если студент не отчитался на занятии, то защита отчета по лабораторной работе осуществляется по согласованию с ведущим преподавателем. Результаты текущего контроля учитываются преподавателем в журнале учета занятий.

Защита контрольных домашних заданий КДЗ 1, КДЗ 2 осуществляется, как правило, в конце семестра, после выполнения практических занятий. Выполненное контрольное задание сдается преподавателю для проверки. В случае ошибок в расчетах или некачественных выводов КДЗ возвращается для устранения недостатков.

6.2 Промежуточная аттестация

Промежуточный контроль – оценка качества освоения студентом учебной дисциплины в целом проводится в виде зачета в 3 семестре и в виде экзамена в 4 семестре.

Вид промежуточной аттестации – зачет
Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций по дисциплине Сопротивление материалов

Знания, умения и навыки обучающихся на зачете определяются оценками:
«зачет», «незачет».

Типовые контрольные задания (вопросы)	Критерии оценивания
УК-1 *- Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач* - Основные гипотезы сопротивления материалов. Модели опор, конструктивных элементов, нагрузок; - Метод сечений, алгоритм определения интегральных внутренних усилий в сечениях элемента конструкции; - Методика экспериментального определения механических характеристик конструкционных материалов. Диаграмма растяжения;	При оценивании результатов освоения формируемой компетенции **УК-1** оценка **«зачет»** выставляется при следующих условиях: • даны в основном полные и обоснованные ответы на вопросы, поставленные в билете; • показано умение пользоваться методами поиска, сбора и обработки информации при подготовке к ответам на поставленные вопросы; • применен системный подход и анализ полученных результатов при решении поставленной задачи; • показано овладение основной и дополнительной литературой.

- Методика экспериментального определения механических характеристик конструкционных материалов: предел текучести, предел прочности, предел пропорциональности, модуль упаугости; - Основы теории предельных состояний. Гипотезы пластичности.	Оценка «**незачет»** выставляется в случаях, когда не выполнены условия, позволяющие поставить оценку «зачет».
ОПК-1 *- Способен использовать основные законы математики, единицы измерения, фундаментальные принципы и теоретические основы физики, теоретической механики, гидравлики, имеющие отношение к техническому обслуживанию воздушных судов* - Внутренние интегральные и дифференциальные силовые факторы; - Метод расчета на прочность по допускаемым напряжениям; - Расчеты на прочность и жесткость при растяжении – сжатии. Вычисление нормальных напряжений. Модуль Юнга; - Расчеты на прочность и жесткость при растяжении – сжатии. Вычисление линейных деформаций. Коэффициент Пуассона; - Расчеты на прочность при чистом сдвиге. Определение напряжений. Условие прочности; - Расчеты на прочность при кручении круглого вала. Вычисление касательных напряжений.	При оценивании результатов освоения формируемой компетенции ***ОПК-1*** оценка **«зачет»** выставляется при следующих условиях: • даны в основном полные и обоснованные ответы на вопросы, поставленные в билете; • показаны знания основных положений и законов физики для оценки прочностных свойств материалов и конструкций; • показаны навыки применения основных современных методов расчета статически определимых и неопределимых систем на прочность, жесткость, устойчивость, сопротивление усталости и живучесть в условиях сложного нагружения; • правильно решена задача, либо в решении задачи могут быть допущены отдельные ошибки, не приведшие к большим отклонениям от правильного ответа; • показано овладение основной и дополнительной литературой. Оценка «**незачет»** выставляется в случаях, когда не выполнены условия, позволяющие поставить оценку «зачет».

Вид промежуточной аттестации - экзамен

Знания, умения и навыки обучающихся на экзамене определяются оценками:
«отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Типовые контрольные задания (вопросы)	Критерии оценивания
УК-1 *- Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач* - Основные гипотезы сопротивления материалов. Модели опор, конструктивных элементов, нагрузок; - Метод сечений, алгоритм определения интегральных внутренних усилий в сечениях элемента конструкции;	При оценивании результатов освоения формируемой компетенции ***УК-1*** используется 4-х балльная система, при которой оценка **«отлично»** выставляется при следующих условиях: • даны исчерпывающие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные в экзаменационном билете; • показано глубокое и творческое овладение основной и дополнительной литературой; • в полном объеме представлены умение пользоваться методами поиска, сбора и обработки информации при подготовке к ответам на поставленные вопросы;

- Методика экспериментального определения механических характеристик конструкционных материалов. Диаграмма растяжения; - Методика экспериментального определения механических характеристик конструкционных материалов: предел текучести, предел прочности, предел пропорциональности, модуль упаугости; - Основы теории предельных состояний. Гипотезы пластичности.	• применен системный подход и анализ полученных результатов при решении поставленной задачи. Оценка «**хорошо»** выставляется при следующих условиях: • даны полные, достаточно глубокие ответы на вопросы, поставленные в экзаменационном билете; • показаны глубокие знания основной и недостаточное знакомство с дополнительной литературой; • представлено умение пользоваться методами поиска, сбора и обработки информации при подготовке к ответам на поставленные вопросы; • применен системный подход при решении поставленной задачи, но не в полной мере проведен анализ полученных результатов. Оценка «**удовлетворительно»** выставляется при следующих условиях: • даны в основном правильные ответы на все вопросы экзаменационного билета, но без должной глубины и обоснования; • показаны недостаточные знания основной литературы; • не в полной мере продемонстрировано умение пользоваться методами поиска, сбора и обработки информации при подготовке к ответам на поставленные вопросы; • применен системный подход при решении поставленной задачи, но не проведен анализ полученных результатов. Оценка «**неудовлетворительно»** выставляется в случаях, когда не выполнены условия, позволяющие поставить оценку «удовлетворительно».
ОПК-1 *- Способен использовать основные законы математики, единицы измерения, фундаментальные принципы и теоретические основы физики, теоретической механики, гидравлики, имеющие отношение к техническому обслуживанию воздушных судов* - Метод расчета на прочность по допускаемым напряжениям; - Расчеты на прочность и жесткость при растяжении – сжатии; - Расчеты на прочность и жесткость вала;	При оценивании результатов освоения формируемой компетенции ***ОПК-1*** используется 4-х балльная система, при которой оценка **«отлично»** выставляется при следующих условиях: • даны исчерпывающие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные в экзаменационном билете; • показано всестороннее и творческое овладение основной и дополнительной литературой; • показано умелое применение законов физики и естественных наук при расчетах на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций; • правильно решена задача с применением современных методов расчета статически определимых и неопределимых систем на

- Расчеты на прочность при поперечном изгибе. Вычисление нормальных и касательных напряжений; - Расчет деформируемых стержневых систем на устойчивость. Задача Эйлера	прочность, жесткость, устойчивость при условиях сложного нагружения. Оценка «**хорошо»** выставляется при следующих условиях: • даны полные, достаточно глубокие ответы на вопросы, поставленные в экзаменационном билете; • показаны глубокие знания основной и недостаточное знакомство с дополнительной литературой; • показано умение применять законы физики и естественных наук при расчетах на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций; • задача решена с применением современных методов расчета статически определимых и неопределимых систем на прочность, жесткость, устойчивость при условиях сложного нагружения, но с небольшими недочетами. Оценка «**удовлетворительно»** выставляется при следующих условиях: • даны в основном правильные ответы на все вопросы экзаменационного билета, но без должной глубины и обоснования; • показаны недостаточные знания основной литературы; • не в полной мере показано умение применять законы физики и естественных наук при расчетах на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций; • в решении задачи с применением современных методов расчета статически определимых и неопределимых систем на прочность, жесткость, устойчивость допущены отдельные ошибки, не приведшие к большим отклонениям от правильного ответа. Оценка «**неудовлетворительно»** выставляется в случаях, когда не выполнены условия, позволяющие поставить оценку «удовлетворительно».

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих формирование компетенций

Обучающийся может быть допущен к сдаче зачета по дисциплине, если он в результате текущего контроля в течение 3 семестра по данной дисциплине защитил лабораторную работу №1, выполнил и защитил контрольное домашнее задание КДЗ 1.

На основании вопросов для подготовки к зачету формируются билеты в количестве на 25-30% более списочного состава группы студентов. Билет состоит из двух теоретических вопросов и задачи. Первый вопрос билета оценивает компетенцию УК-1, второй вопрос и задача – компетенцию ОПК-1. Зачет для студентов проводится устно. Студенту ставится оценка «зачет» при условии положительных результатов при оценивании каждой

компетенции. Если по одной компетенции обучающийся получил «незачет», то и в целом он получает неудовлетворительную оценку.

Обучающийся может быть допущен к сдаче экзамена по дисциплине в 4 семестре, если он успешно сдал зачет в 3 семестре и в результате текущего контроля в течение 4 семестра по данной дисциплине защитил лабораторную работу №3, выполнил и защитил контрольное домашнее задание КДЗ 2.

Экзамен для студентов проводится устно. На основании вопросов для подготовки к экзамену формируются экзаменационные билеты в количестве на 25-30% более списочного состава экзаменуемой группы студентов. В экзаменационный билет входят два теоретических вопроса и задача.

Экзамен является заключительным этапом процесса формирования компетенций обучающегося при изучении дисциплины и имеет целью проверку и оценку знаний студентов по теории и практике, полученных умений и навыков. При выставлении экзаменационной оценки учитывается уровень методической подготовленности студента, а также аккуратность и логическая последовательность письменного изложения ответов на вопросы экзаменационного билета. Каждая компетенция, формируемая в процессе изучения дисциплины, должна быть оценена отдельно, с выставлением оценки. Первый вопрос билета оценивает компетенцию УК-1, второй вопрос и задача – компетенцию ОПК-1. В экзаменационную ведомость заносится оценка, полученная по среднему результату оценок по каждой компетенции: «отлично» – средняя оценка $>$ 4,7; «хорошо» – средняя оценка $>$ 3,7 и $\leq$ 4,7; «удовлетворительно» – средняя оценка $\geq$ 3,0 и $\leq$ 3,7 при отсутствии хотя бы одной неудовлетворительной оценки за компоненты компетенций.

При получении неудовлетворительной оценки по одному из вопросов, итоговая оценка по дисциплине может быть только «неудовлетворительно».

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература

1. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. М.: МВТУ им. Баумана. 2006 г.

2. Петров Ю.В. Сопротивление материалов. Специальные вопросы сопротивления материалов. Тексты лекций для обучающихся по направлению 25.03.01. М.: МГТУ ГА/эл. версия НТБ. 2017 г.

б) дополнительная литература

3. Петров Ю.В., Семакова М.В. Сопротивление материалов. Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ по направлению 25.03.01 всех форм обучения. М.: МГТУ ГА /эл. версия НТБ. 2017 г.

4. Борисов С.П., Хромых Т.Н. Сопротивление материалов. Пособие по проведению практических занятий. М.: МГТУ ГА /эл. версия НТБ. 2015 г.

5. Петров Ю.В., Харина В.К., Хромых Т.Н. Учебно-методическое пособие по выполнению контрольных домашних заданий для обучающихся по направлению подготовки 25.03.01 и специальности 25.05.05. В.: ООО «МИР» / эл. версия НТБ. 2019 г.

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ" (ДАЛЕЕ - СЕТЬ "ИНТЕРНЕТ"), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

– www.mstuca.ru - электронные ресурсы Университета - электронные версии пособий, методических разработок по всем видам учебной работы;

- www.mstuca-tmiig.my1.ru – официальный сайт кафедры ТМ и ИГ – электронные версии лекций, учебных пособий, бланков и методических указаний

– http://www.mintrans.ru – официальный сайт Минтранспорта РФ;

– электронные ресурсы ЭБС iqlib.ru.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине Сопротивление материалов проводится в соответствии с учебной программой и учебным планом и состоит из:

– лекций;
– практических занятий;
– лабораторных занятий;
– зачета;
– экзамена.

На лекциях раскрываются основные вопросы рассматриваемой темы, делаются акценты на наиболее важные, сложные и проблемные положения изучаемого материала, которые должны быть приняты обучающимися во внимание. На лекциях преподаватель рассматривает вопросы программы курса, составленной в соответствии с государственным образовательным стандартом. Из-за недостаточного количества аудиторных часов некоторые темы не удается осветить в полном объеме, поэтому преподаватель, по своему усмотрению, некоторые вопросы выносит на самостоятельную работу студентов, рекомендуя ту или иную литературу. Для лучшего освоения материала и систематизации знаний по дисциплине, необходимо постоянно разбирать материалы лекций по конспектам и учебным пособиям.

Практические занятия имеют целью выработать умение решать практические задачи, закрепить и углубить теоретические знания. На практических занятиях решаются, как правило, типовые задачи, рассматривается их физический смысл, анализируется методика решения и полученные результаты.

При подготовке к практическим занятиям студенты должны повторить вначале теоретический материал по новой теме занятия. Затем просмотреть объяснения по выполнению практических заданий, сделанные преподавателем на предыдущем практическом занятии, разобраться с примерами, приведенными лектором по этой же теме.

Лабораторные занятия по дисциплине сопротивление материалов знакомят студентов с конкретными объектами, изучаемыми в курсе, их свойствами, с контрольной и научной аппаратурой, методикой экспериментального исследования и стандартами на испытания.

При подготовке к лабораторным работам обучающийся должен просмотреть теоретический материал к предстоящему занятию, с тем, чтобы применить эти знания к выполнению лабораторных работ. Лабораторная работа считается выполненной после ее защиты.

Каждый студент выполняет две контрольные работы (КДЗ1 и КДЗ2). Выдача, консультации и приём задания проводятся преподавателем, ведущим практические занятия. Перед выдачей задания преподаватель знакомит студентов с содержанием и целью задания, сообщает порядок оформления задания, устанавливает дни и часы консультаций по заданию.

При выполнении контрольного домашнего задания обучающийся должен руководствоваться учебно-методическим пособием по выполнению контрольных домашних заданий. Не следует приступать к выполнению контрольных заданий, не изучив соответствующего раздела курса и не решив самостоятельно рекомендованных задач. Если основные положения теории усвоены слабо и студент обратил мало внимания на подробно разобранные в курсе примеры, то при выполнении КДЗ возникнут большие затруднения. Решение должно сопровождаться краткими, последовательными, без сокращения слов объяснениями и чертежами, на которых все входящие в расчет величины должны быть показаны в числах. Если некоторые задания или теоретические вопросы вызвали затруднения, нужно обратиться за помощью к преподавателю на очередной консультации.

В результате проверки задания преподаватель должен убедиться, что задание выполнено в соответствии с требованиями стандарта и самостоятельно. Для этого в процессе приема заданий студентам могут быть предложены вопросы и задачи на соответствующие разделы курса. Если задание выполнено правильно, но объяснение не убедительно, то студенту назначается повторная сдача. Принятые задания подписываются преподавателем и сохраняются до сдачи экзамена по данным разделам курса. Студентам, проявившим повышенный интерес к сопротивлению материалов, могут выдаваться усложнённые и дополнительные задачи.

Самостоятельные проработка теоретического материала и выполнение заданий является наиболее эффективным способом усвоения изучаемой дисциплины. При этом развивается самостоятельность и инициатива, вырабатывается умение решать задачи и уверенность в полученных результатах, умение использовать вычислительную технику при решении задач.

Экзамен является заключительным этапом процесса формирования компетенций обучающегося при изучении дисциплины и имеет целью проверку и оценку знаний студентов по теории и практике, полученных умений и навыков.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

При чтении лекций и проведении практических занятий по всем темам дисциплины активно используется компьютерная техника для демонстрации слайдов (рисунков, бланков и чертежей) с помощью программного приложения Microsoft Power Point. Для демонстрации отдельных вопросов сопротивления материалов используются видео файлы.

При этом перечень информационных технологий включает:

- сбор, хранение, систематизация и выдача учебной и научной информации;
- обработка текстовой, графической и эмпирической информации;
- подготовка, конструирование и презентация итогов исследовательской и аналитической деятельности;
- самостоятельный поиск дополнительного учебного и научного материала, с использованием поисковых систем и сайтов сети Интернет, электронных энциклопедий и баз данных;
- использование электронной почты преподавателей и обучающихся для рассылки, переписки и обсуждения возникших учебных проблем.

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для обеспечения образовательного процесса по дисциплине Сопротивление материалов при проведении практических занятий и лабораторных работ на кафедре имеются специализированная лаборатория «Сопротивление материалов».

Специализированная лаборатория «Сопротивление материалов» оснащена:

- цифровая универсальная испытательная машина (WDW-100E) с компьютерным управлением;
- стенд универсальный для проведения лабораторных работ по курсу СМ;
- лабораторная установка для испытаний на чистый и косой изгиб (СМ-7А);
- лабораторная установка для испытаний на изгиб с кручением (СМ-18А);
- маркерная доска 150х100;
- комплекс интерактивный: SMART BOARD SBD685IX/UX60;
- лабораторный практикум «Сопротивление материалов».