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
«25» мая 2022г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине **Б1.ОД.31 Динамика и прочность авиационных конструкций**
(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	3		
Форма обучения	заочная		
Общий объём учебных часов на дисциплину	108	*часов*	3 *з.е.*
Семестр	5, 6		
Объём аудиторной нагрузки	12	*часов*	
Лекции	4	*часа*	
Практические занятия	8	*часов*	
Лабораторные работы			
Курсовой проект			
Контрольная работа	6	*семестр*	
Зачёт			
Дифференцированный зачёт	6	*семестр*	
Экзамен			
Объём самостоятельной работы студента	96	*часов*	

Ростов-на-Дону, 2022 г.

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

Цель освоения дисциплины – формирование у обучаемых необходимых знаний и умений, а также привитие практических навыков определения напряженно-деформированного состояния типовых конструкций летательных аппаратов, анализа устойчивости и динамики этих конструкций с целью оценки их работоспособности в части восприятия действующих в эксплуатации нагрузок без разрушения и недопустимых деформаций, т.е. обеспечения прочности и жесткости.

Задачи изучения дисциплины:

- знать, уметь и владеть методами определения напряженно-деформированного состояния тонкостенных элементов летательных аппаратов;
- знать, уметь и владеть методами расчета устойчивости тонкостенных элементов летательных аппаратов;
- знать, уметь и владеть методами исследования динамики тонкостенных элементов летательных аппаратов.

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:

знать:

- актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности (УК-1.1.2);

уметь:

- осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников (УК-1.2.2);

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-З$_{ОПК-1}$ – рассчитывать элементы авиационных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость:

знать:

- методы расчета типовых тонкостенных элементов авиационных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость (ОПК-1.1.48);

уметь:

- рассчитывать типовые тонкостенные элементы авиационных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость (ОПК-1.2.33);

владеть:

- навыками расчета типовых тонкостенных элементов авиационных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость (ОПК-1.3.25).

ИД-4$_{ОПК-1}$ – выбирать типовые расчетные модели элементов авиационных конструкций:

знать:

- основные подходы к выбору расчетных моделей элементов авиационных конструкций (ОПК-1.1.51).

ОПК-3. Способен применять теорию технической эксплуатации и основы конструкции и систем воздушных судов; электрических и электронных источников питания; приборного оборудования и систем индикации воздушных судов; систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связного оборудования.

ИД-3$_{ОПК-3}$ – определять статическую и динамическую прочность элементов авиационных конструкций:

знать:

- методы расчета собственных частот и форм колебаний тонкостенных авиационных конструкций (ОПК-3.1.37);

уметь:

- определять собственные частоты и формы колебаний тонкостенных авиационных конструкций (ОПК-3.2.26);

владеть:

- навыками определения собственных частот и форм колебаний тонкостенных авиационных конструкций (ОПК-3.3.17).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина *Динамика и прочность авиационных конструкций* 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.11 – Информатика и информационные технологии;
Б1.ОД.12 – Физика;
Б1.ОД.19 – Инженерная и компьютерная графика;
Б1.ОД.20 – Теоретическая механика;
Б1.ОД.21 – Сопротивление материалов;
Б1.ОД.22 – Детали машин,
в частности:

знать:

- основные понятия, законы и методы высшей математики, их теоретические основания и практическое применение в профессиональной деятельности (ОПК-1.1.1);

- основы алгоритмизации решения математических и инженерных задач (ОПК-4.1.1);

- фундаментальные физические законы, описывающие процессы и явления в природе (ОПК-1.1.22);

- принятые в естественных науках методы познания и эксперимента (ОПК-1.1.23);

- общие законы физики, которым подчиняются движение и равновесие материальных тел (ОПК-1.1.27);

- современные средства машинной графики (ОПК-5.1.3);

- основные понятия и инструменты теоретической механики (ОПК-1.1.28);

- основные алгоритмы исследования равновесия и движения механических систем (ОПК-1.1.29);

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

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

уметь:

- применять методы высшей математики в рамках дисциплины и при решении профессиональных задач (ОПК-1.2.1);

- использовать прикладные и системные программные средства для организации обмена данными между устройствами (ОПК-4.2.3);

- применять физические законы для объяснения функционирования механизмов, явлений природы (ОПК-1.2.16);

- изображать пространственные объекты на плоских чертежах (ОПК-5.2.3);

- составлять механические модели типовых элементов конструкций (ОПК-1.2.19);

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

владеть:

- методами разработки алгоритмов для решения прикладных и инженерных задач (ОПК-4.3.1);

- навыками применения физических законов для проведения оценок значений параметров физических систем (ОПК-1.3.12);

- навыками применения законов теоретической механики для анализа процессов и явлений, решения практических задач (ОПК-1.3.14);

- навыками составления механических систем, применяемых в исследовании конкретных механизмов (ОПК-1.3.15).

Данная дисциплина направлена на обеспечение следующих дисциплин:

Б1.ОД.39 – Основы теории надежности;

Б.1.ВД.М.1.1 – Конструкция и прочность самолетов;

Б.1.ВД.М.1.3 – Конструкция и прочность авиационных двигателей;

Б.1.ВД.М.2.1 – Конструкция и прочность вертолетов;

Б.1.ВД.М.2.3 – Конструкция и прочность вертолетных ГТД.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет __*3*__ зачетные единицы, _*108*_ 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	2	3	4	5	6	7	8
1	**РАЗДЕЛ 1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ**	**5**	**2**			**10**	
2	Тема 1.1. Теория напряжений и теория деформаций		2			2	
3	Тема 1.2. Методы решения задач теории упругости					8	
4	**РАЗДЕЛ 2. РАСЧЕТ СТЕРЖНЕВЫХ СИСТЕМ**	**5**				**30**	
5	Тема 2.1. Кинематический анализ стержневых систем и классические методы расчета ферм					4	
6	Тема 2.2. Матричный метод расчета стержневых систем					26	Защита отчета по Кр
7	**РАЗДЕЛ 3. РАСЧЕТ ПЛАСТИН**	**5, 6**	**2**	**2**		**12**	
8	Тема 3.1. Уравнения теории тонких пластин		2			2	
9	Тема 3.2. Плоское напряженное состояние пластин			2		6	Защита отчета по ПЗ № 1

1	2	3	4	5	6	7	8
10	Тема 3.3. Изгиб пластин					4	
11	**РАЗДЕЛ 4. РАСЧЕТ ОБОЛОЧЕК**	**6**		**2**		**10**	
12	Тема 4.1. Безмоментная теория оболочек			2		6	Защита отчета по ПЗ № 2
13	Тема 4.2. Балочная теория оболочек					4	
14	**РАЗДЕЛ 5. СТАТИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**	**6**		**4**		**8**	
15	Тема 5.1 Основные подходы к исследованию устойчивости упругих систем. Устойчивость стержней					4	
16	Тема 5.2 Устойчивость прямоугольных пластин			4		4	Защита отчета по ПЗ № 3
17	**РАЗДЕЛ 6. ДИНАМИКА КОНСТРУКЦИЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**	**6**				**26**	
18	Тема 6.1. Общие уравнения динамики упругих систем					4	
19	Тема 6.2. Методы и примеры исследования динамики упругих систем					22	
20	**Форма промежуточной аттестации –** ***дифференцированный зачет***						
	ИТОГО:		**4**	**8**	**0**	**96**	

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

Разделы дисциплины, темы (наименования)	*Количество часов*	*Компетенции (знания, умения, навыки)*									
		УК-1.1.2	УК-1.2.2	ОПК-1.1.48	ОПК-1.2.33	ОПК-1.3.25	ОПК-1.1.51	ОПК-3.1.37	ОПК-3.2.26	ОПК-3.3.17	*Σ общее количество компетенций*
РАЗДЕЛ 1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ	**12**										
Тема 1.1. Теория напряжений и теория деформаций	4	+	+	+	+	+					2
Тема 1.2. Методы решения задач теории упругости	8	+	+	+	+	+					2
РАЗДЕЛ 2. РАСЧЕТ СТЕРЖНЕВЫХ СИСТЕМ	**30**										
Тема 2.1. Кинематический анализ стержневых систем и классические методы расчета ферм	4	+	+	+	+	+	+				2
Тема 2.2. Матричный метод расчета стержневых систем	26	+	+	+	+	+	+				2
РАЗДЕЛ 3. РАСЧЕТ ПЛАСТИН	**16**										
Тема 3.1. Уравнения теории тонких пластин	4	+	+	+	+	+	+				2
Тема 3.2. Плоское напряженное состояние пластин	8	+	+	+	+	+	+				2
Тема 3.3. Изгиб пластин	4	+	+	+	+	+	+				2
РАЗДЕЛ 4. РАСЧЕТ ОБОЛОЧЕК	**12**										
Тема 4.1. Безмоментная теория оболочек	8	+	+	+	+	+	+				2
Тема 4.2. Балочная теория оболочек	4	+	+	+	+	+	+				2
РАЗДЕЛ 5. СТАТИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ	**12**										
Тема 5.1 Основные подходы к исследованию устойчивости упругих систем. Устойчивость стержней	4	+	+	+	+	+	+				2
Тема 5.2 Устойчивость прямоугольных пластин	8	+	+	+	+	+	+				2
РАЗДЕЛ 6. ДИНАМИКА КОНСТРУКЦИЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ	**26**										
Тема 6.1. Общие уравнения динамики упругих систем	4	+	+				+	+	+	+	3

Тема 6.2. Методы и примеры исследования динамики упругих систем	22	+	+				+	+	+	+	3
ИТОГО:	**108**										

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

РАЗДЕЛ 1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ

Тема 1.1. Теория напряжений и теория деформаций

Лекция 1. Теория напряжений и теория деформаций (2 часа).

Основные допущения теории упругости. Напряженное состояние элементарного объема упругого тела. Нормальные и касательные напряжения. Дифференциальные уравнения равновесия элементарного объема упругого тела. Закон парности касательных напряжений. Статические граничные условия на поверхности упругого тела.

Геометрические соотношения Коши. Условия совместности деформаций Сен-Венана.

Уравнения обобщенного закона Гука.

Решение задач теории упругости в перемещениях. Решение задач теории упругости в напряжениях.

Работа внешних сил, действующих на элементарный объем упругого тела. Потенциальная энергия деформации элементарного объема. Потенциальная энергия деформации упругого тела. Удельная потенциальная энергия деформации упругого тела.

Литература: [1, с. 5-14].

Самостоятельная работа студентов. (2 часа).

Проработка лекционного материала.

Литература: [1, с. 5-14].

Тема 1.2. Методы решения задач теории упругости

Самостоятельная работа студентов. (8 часов).

Вариационный метод решения задач в перемещениях. Возможное и действительное перемещения. Возможная работа. Принцип возможных перемещений. Полная энергия упругой системы. Вариационный принцип Лагранжа.

Вариационный метод решения задач в напряжениях. Дополнительная потенциальная энергия деформации. Вариационный принцип Кастильяно. Полная дополнительная энергия упругой системы. Принцип наименьшей работы. Теорема Кастильяно.

Метод Рица-Тимошенко. Метод Бубнова-Галеркина. Метод конечных разностей.

Литература: [1, с. 14-26].

РАЗДЕЛ 2. РАСЧЕТ СТЕРЖНЕВЫХ СИСТЕМ

Тема 2.1. Кинематический анализ стержневых систем и классические методы расчета ферм

Самостоятельная работа студентов. (4 часа).

Основные понятия. Виды стержневых систем. Задача кинематического анализа стержневых систем. Геометрическая изменяемость стержневых

систем, необходимые и достаточные условия геометрической неизменяемости.

Метод вырезания узлов. Метод моментных точек. Определение перемещений узлов статически определимых ферм.

Метод сил. Понятие об основной системе. Определение перемещений узлов статически определимых ферм.

Литература: [1, с. 26-35].

Тема 2.2. Матричный метод расчета стержневых систем

Самостоятельная работа студентов. (26 часов).

Структурная матрица, матрицы координат узлов, направляющих косинусов стержней, внешних нагрузок, неизвестных усилий. Уравнение равновесия стержневой системы в матричной форме. «Выметающая» матрица. Использование условия совместности деформаций. Матрица жесткости. Матрица гибкости.

Выполнение контрольной работы (Кр): Расчетно-графическая работа «Определение усилий и перемещений в стержневых системах с использованием матричного метода».

Литература: [1, с. 35-41].

РАЗДЕЛ 3. РАСЧЕТ ПЛАСТИН

Тема 3.1. Уравнения теории тонких пластин

Лекция 2. Уравнения теории тонких пластин (2 часа).

Основные понятия и определения. Гипотезы Кирхгофа. Условия равновесия элемента пластины. Вывод уравнений теории тонких пластин.

Литература: [1, с. 41-47].

Самостоятельная работа студентов. (2 часа).

Проработка лекционного материала.

Литература: [1, с. 41-47].

Тема 3.2. Плоское напряженное состояние пластин

Самостоятельная работа студентов. (6 часов).

Общие соотношения. Однородное плоское напряженное состояние. Концентрация напряжений в пластине с круглым отверстием.

Подготовка к Практическому занятию № 1.

Литература: [1, с. 47-55].

Практическое занятие № 1. Определение коэффициента концентрации напряжений в пластине с круглым отверстием (2 часа).

Литература: [1, с. 50-55].

Тема 3.3. Изгиб пластин

Самостоятельная работа студентов. (4 часа).

Общие соотношения и граничные условия. Методы расчета пластин на изгиб (методы Навье, Ритца-Тимошенко, Бубнова-Галеркина, метод сеток).

Литература: [1, с. 56-67].

РАЗДЕЛ 4. РАСЧЕТ ОБОЛОЧЕК

Тема 4.1. Безмоментная теория оболочек

Самостоятельная работа студентов. (6 часов).

Основные определения. Основные соотношения безмоментной теории оболочек вращения. Осесимметричное нагружение оболочки вращения.

Подготовка к Практическому занятию № 2.

Литература: [2, с. 5-11].

Практическое занятие № 2. Определение напряжений в оболочках вращения, нагруженных избыточным давлением (2 часа).

Литература: [2, с. 9-11].

Тема 4.2. Балочная теория оболочек

Самостоятельная работа студентов. (4 часа).

Основные определения и допущения балочной теории оболочек. Определение нормальных напряжений. Редуцирование сечения по материалу. Определение касательных напряжений. Формула для потока касательных сил. Определение потока касательных сил в оболочках с открытым контуром поперечного сечения. Центр изгиба. Определение потока касательных сил в оболочках с однозамкнутым контуром поперечного сечения. Определение потока касательных сил в оболочках с многозамкнутым контуром поперечного сечения.

Литература: [2, с. 11-24].

РАЗДЕЛ 5. СТАТИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Тема 5.1 Основные подходы к исследованию устойчивости упругих систем. Устойчивость стержней

Самостоятельная работа студентов. (4 часа).

Основные понятия. Статический и энергетический подходы к исследованию устойчивости упругих систем. Понятие о критическом значении нагрузки.

Задача Эйлера. Энергетический подход к определению критической нагрузки для стержня.

Литература: [2, с. 24-33].

Тема 5.2 Устойчивость прямоугольных пластин

Самостоятельная работа студентов. (4 часа).

Основные положения. Устойчивость прямоугольной пластины, сжатой вдоль одной оси. Устойчивость прямоугольной пластины при сдвиге. Устойчивость прямоугольной пластины при комбинированном нагружении.

Подготовка к Практическому занятию № 3.

Литература: [2, с. 34-48].

Практическое занятие № 3. Определение критических напряжений потери устойчивости пластин (4 часа).

Литература: [2, с. 37-48].

РАЗДЕЛ 6. ДИНАМИКА КОНСТРУКЦИЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Тема 6.1. Общие уравнения динамики упругих систем

Самостоятельная работа студентов. (4 часа).

Расчетные схемы конструкций летательных аппаратов. Принцип Даламбера-Лагранжа. Уравнения Лагранжа второго рода. Уравнения колебаний упругой системы с конечным числом степеней свободы. Уравнения колебаний упругой системы с бесконечным числом степеней свободы.

Литература: [2, с. 48-57].

Тема 6.2. Методы и примеры исследования динамики упругих систем

Самостоятельная работа студентов. (22 часа).

Система с одной степенью свободы. Система с конечным числом степеней свободы. Системы с бесконечным числом степеней свободы. Формула Рэлея. Метод матричной итерации.

Литература: [2, с. 57-69].

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

Самостоятельная работа является основным способом получения знаний для студентов-заочников. Самостоятельная работа по дисциплине Динамика и прочность авиационных конструкций должна обеспечить усвоение изучаемого курса, сформировать навыки исследовательской работы по проблемам прочности, устойчивости и динамики авиационных конструкций с целью оценки их работоспособности, ориентировать студента на умение применять полученные теоретические знания на практике. Самостоятельная работа проводится в следующих видах:

- проработка лекционного материала;
- подготовка к практическим занятиям;
- выполнение Кр.

Для самостоятельной работы студенту рекомендуется следующая литература:

1. Ефимов В.В. Динамика и прочность авиационных конструкций: учебное пособие. Часть I. – М.: МГТУ ГА, 2013. – 70 с.

2. Ефимов В.В. Динамика и прочность авиационных конструкций: учебное пособие. Часть II. – М.: МГТУ ГА, 2014. – 72 с.

3. Строительная механика летательных аппаратов: Учебник для авиационных специальностей вузов / И.Ф. Образцов, Л.А. Булычев, В.В.

Васильев и др.; Под ред. И.Ф. Образцова. – М.: Машиностроение, 1986. – 536 с., ил.

4. Ефимов В.В. Динамика и прочность авиационных конструкций: пособие по выполнению практических занятий и лабораторных работ. – М.: МГТУ ГА, 2013. – 28 с.

5. Ефимов В.В., Ефимова М.Г. Динамика и прочность авиационных конструкций: Пособие по выполнению расчетно-графической работы «Определение усилий и перемещений в стержневых системах с использованием матричного метода». – М.: МГТУ ГА, 2013. – 24 с.

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

6.1 Текущий контроль успеваемости

Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования

Форма текущего контроля	Типовые контрольные задания (вопросы)	Критерии оценивания
1	2	3
Защита ПЗ № 1. Определение коэффициента концентрации напряжений в пластине с круглым отверстием.	1. В каких случаях возникает явление концентрации напряжений? 2. Что такое теоретический коэффициент концентрации напряжений? 3. Что такое номинальные напряжения? 4. Как изменяется коэффициент концентрации напряжений при увеличении диаметра отверстия при прочих равных условиях?	Защита отчета по практическому занятию принимается при выполнении следующих условий: - отчет соответствует требованиям, изложенным в Пособии по выполнению практических занятий; - 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.
Защита ПЗ № 2. Определение напряжений в оболочках вращения, нагруженных избыточным давлением.	1. Дайте определение оболочки. 2. Какое напряженное состояние оболочки называется безмоментным? 3. Что такое срединная поверхность оболочки? 4. Что такое главные направления срединной поверхности оболочки? 5. Что называется линиями главных кривизн? 6. При каких условиях можно считать нагружение оболочки вращения осесимметричным? 7. Можно ли при действии на оболочку вращения только избыточным внутренним давлением считать это нагружение осесимметричным?	

1	2	3
Защита ПЗ № 3. Определение критических напряжений потери устойчивости пластин.	1. Какие напряжения называются критическими при статическом подходе? 2. Какие напряжения называются критическими при энергетическом подходе? 3. Какие виды нагружения пластины могут вызвать ее потерю устойчивости? 4. От каких параметров пластины зависят критические напряжения потери устойчивости? 5. Увеличиваются или уменьшаются критические напряжения потери устойчивости пластины при комбинированном нагружении по сравнению с одноосным нагружением?	
Защита Кр. Определение усилий и перемещений в стержневых системах с использованием матричного метода	1. Какие фермы называются статически определимыми, а какие – статически неопределимыми? 2. Как узнать степень статической неопределимости фермы? 3. Что такое структурная матрица? Как она составляется? 4. Какие матрицы необходимо составить для решения задачи определения усилий и перемещений в стержневых системах с использованием матричного метода? 5. Для чего вводится «выметающая» матрица? 6. Какой физический смысл имеет основное разрешающее уравнение задачи? 7. Какова связь между матрицей жесткости и матрицей податливости? 8. Должны ли матрицы жесткости и податливости обязательно быть квадратными? 9. Какими методами можно определить опорные реакции фермы? 10. В чем преимущество матричного метода решения по сравнению с другими известными Вам методами расчета ферм? 11. Позволяет ли матричный метод рассчитывать статически неопределимые фермы? 12. Приведите примеры использования стержневых систем в конструкции летательных аппаратов.	Защита отчета по Кр принимается при выполнении следующих условий: - отчет соответствует требованиям, изложенным в Пособии по выполнению Кр; - отчет выполнен аккуратно и без ошибок в расчетах. Формирование знаний, умений и навыков обучающихся при защите Кр определяется оценками: «зачет», «незачет». При выведении оценки преподаватель руководствуется следующим общими критериями (см. критерии промежуточной аттестации).

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

Текущий контроль успеваемости студентов осуществляется в форме защиты отчета по практическому занятию и Кр. Процедуры оценивания знаний, умений и навыков при текущем контроле успеваемости осуществляются в соответствии с матрицей соотнесения тем/разделов учебной дисциплины и формируемых в них компетенций.

Защита отчета по практическому занятию осуществляется, как правило, в конце занятия. Преподаватель оценивает знания обучаемого по ответам на контрольные вопросы, умения и навыки оцениваются в ходе занятия. Если студент не отчитался на занятии, то защита отчета по практическому занятию осуществляется (как и повторная сдача текущего контроля) в дни и часы СРС по согласованию с ведущим преподавателем. Результаты текущего контроля учитываются преподавателем в журнале учета занятий (или личном журнале преподавателя).

Защита отчета по Кр осуществляется, как правило, в конце семестра, после выполнения и защиты практических занятий. Выполненная Кр сдается преподавателю накануне дня защиты для проверки. В случае ошибок в расчетах или некачественных выводов, Кр возвращается для устранения недостатков.

6.2 Промежуточная аттестация

Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций по дисциплине

Типовые контрольные задания (вопросы)	Критерии оценивания
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач 1. Условия равновесия элементарного объема упругого тела. 2. Статические граничные условия на поверхности упругого тела. 3. Геометрические соотношения Коши для упругого тела. 4. Потенциальная энергия деформаций. 5. Возможное перемещение. Возможная работа. Принцип возможных перемещений.	Сформированность знаний, умений и навыков обучающихся на дифференцированном зачете определяется оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». При выведении оценки необходимо руководствоваться следующим общими критериями. Оценка «отлично» выставляется при следующих условиях: • даны исчерпывающие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные в билете; • показано глубокое и творческое овладение основной и дополнительной литературой; • ответы отличаются четкостью, мысли

	излагаются в необходимой логической последовательности. Оценка «хорошо» выставляется при следующих условиях: • даны полные, достаточно глубокие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные в билете; • даны полные, но недостаточно обоснованные ответы на дополнительные вопросы; • показаны глубокие знания основной и недостаточное знакомство с дополнительной литературой; • ответы в основном были четкими, но в них не всегда выдерживалась логическая последовательность. Оценка «удовлетворительно» выставляется при следующих условиях: • даны в основном правильные ответы на все вопросы билета, но без должной глубины и обоснования; • не даны положительные ответы на некоторые дополнительные вопросы; • показаны недостаточные знания основной литературы; • ответы были многословными, мысли излагались недостаточно четко и без должной логической последовательности. Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случаях, когда не выполнены условия, позволяющие поставить оценку «удовлетворительно». При выставлении оценки учитывается уровень методической подготовленности обучающегося, а также аккуратность и логическая последовательность изложения ответов на вопросы билета.
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 1. Кинематический анализ стержневых систем. 2. Метод вырезания узлов при расчете ферм. 3. Определение перемещений узлов статически определимых ферм. 4. Расчет статически неопределимых ферм. 5. Матричный метод расчета стержневых систем (основные положения).	Сформированность знаний, умений и навыков обучающихся на дифференцированном зачете определяется оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». При выведении оценки необходимо руководствоваться следующим общими критериями. Оценка «отлично» выставляется при следующих условиях: • даны исчерпывающие и обоснованные

	ответы на вопросы, поставленные в билете; • показано глубокое и творческое овладение основной и дополнительной литературой; • ответы отличаются четкостью, мысли излагаются в необходимой логической последовательности. Оценка «хорошо» выставляется при следующих условиях: • даны полные, достаточно глубокие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные в билете; • даны полные, но недостаточно обоснованные ответы на дополнительные вопросы; • показаны глубокие знания основной и недостаточное знакомство с дополнительной литературой; • ответы в основном были четкими, но в них не всегда выдерживалась логическая последовательность. Оценка «удовлетворительно» выставляется при следующих условиях: • даны в основном правильные ответы на все вопросы билета, но без должной глубины и обоснования; • не даны положительные ответы на некоторые дополнительные вопросы; • показаны недостаточные знания основной литературы; • ответы были многословными, мысли излагались недостаточно четко и без должной логической последовательности. Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случаях, когда не выполнены условия, позволяющие поставить оценку «удовлетворительно». При выставлении оценки учитывается уровень методической подготовленности обучающегося, а также аккуратность и логическая последовательность изложения ответов на вопросы билета.
ОПК-3. Способен применять теорию технической эксплуатации и основы конструкции и систем воздушных судов; электрических и электронных источников питания; приборного оборудования и систем индикации воздушных судов; систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связного оборудования	Сформированность знаний, умений и навыков обучающихся на дифференцированном зачете определяется оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

1. Расчетные схемы конструкций летательных аппаратов при исследовании их динамики. 2. Принцип Д'Аламбера–Лагранжа. 3. Уравнения колебаний упругой системы с конечным числом степеней свободы (дискретно-континуальная система). 4. Уравнения колебаний упругой системы с конечным числом степеней свободы (дискретная система). 5. Уравнения колебаний упругой системы с бесконечным числом степеней свободы.	При выведении оценки необходимо руководствоваться следующим общими критериями. Оценка «отлично» выставляется при следующих условиях: • даны исчерпывающие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные в билете; • показано глубокое и творческое овладение основной и дополнительной литературой; • ответы отличаются четкостью, мысли излагаются в необходимой логической последовательности. Оценка «хорошо» выставляется при следующих условиях: • даны полные, достаточно глубокие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные в билете; • даны полные, но недостаточно обоснованные ответы на дополнительные вопросы; • показаны глубокие знания основной и недостаточное знакомство с дополнительной литературой; • ответы в основном были четкими, но в них не всегда выдерживалась логическая последовательность. Оценка «удовлетворительно» выставляется при следующих условиях: • даны в основном правильные ответы на все вопросы билета, но без должной глубины и обоснования; • не даны положительные ответы на некоторые дополнительные вопросы; • показаны недостаточные знания основной литературы; • ответы были многословными, мысли излагались недостаточно четко и без должной логической последовательности. Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случаях, когда не выполнены условия, позволяющие поставить оценку «удовлетворительно». При выставлении оценки учитывается уровень методической подготовленности обучающегося, а также аккуратность и логическая последовательность изложения ответов на вопросы билета.

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

На основании вопросов для подготовки к дифференцированному зачету формируются билеты в количестве на 25-30% более списочного состава группы студентов.

Каждый билет включает в себя контрольные задания (вопросы), ответы на которые определяют в совокупности сформированность всех компетенций, формируемых данной дисциплиной. Дисциплина Динамика и прочность авиационных конструкций формирует 3 компетенции, поэтому каждый билет включает в себя 3 вопроса, каждый из которых определяет сформированность одной из компетенций или ее части. Получение неудовлетворительной оценки по одному из вопросов говорит о несформированности соответствующей компетенции, что является недопустимым, поэтому в данном случае общая оценка за промежуточную аттестацию будет «неудовлетворительно».

Порядок подготовки и проведения промежуточной аттестации

Подготовка к промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с утвержденной рабочей программой по дисциплине, содержащей перечень вопросов, выносимых на дифференцированный зачет.

Дифференцированный зачет для студентов проводится устно. На подготовку к ответу обучаемому выделяется время до 20-30 минут.

Неявка студента без уважительной причины на дифференцированный зачет в день его проведения по расписанию приравнивается к академической задолженности.

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

а) основная литература:

1. Ефимов В.В. Динамика и прочность авиационных конструкций: учебное пособие. Часть I. – М.: МГТУ ГА, 2013. – 70 с.;
2. Ефимов В.В. Динамика и прочность авиационных конструкций: учебное пособие. Часть II. – М.: МГТУ ГА, 2014. – 72 с.;

б) дополнительная литература:

3. Строительная механика летательных аппаратов: Учебник для авиационных специальностей вузов / И.Ф. Образцов, Л.А. Булычев, В.В. Васильев и др.; Под ред. И.Ф. Образцова. М.: Машиностроение, 1986. 536 с., ил.;
4. Ефимов В.В. Динамика и прочность авиационных конструкций: пособие по выполнению лабораторных работ и практических занятий. – М.: МГТУ ГА, 2013. – 28 с.

5. Ефимов В.В., Ефимова М.Г. Динамика и прочность авиационных конструкций: Пособие по выполнению расчетно-графической работы «Определение усилий и перемещений в стержневых системах с использованием матричного метода». – М.: МГТУ ГА, 2013. – 24 с.

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

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

– электронная библиотека «Авиа-Медиа» на сервере МГТУ ГА \\uni044. Серия эталон. Руководства по технической эксплуатации по типам ВС;

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

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

– http://akpla.ucoz.com – сайт кафедры АКПЛА.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе преподавания дисциплины Динамика и прочность авиационных конструкций используются классические формы и методы обучения (лекции, практические занятия и контрольная работа).

Подготовка к лекциям

Лекции проводятся в соответствии с расписанием. На лекциях для студентов-заочников рассматриваются вопросы общего характера и наиболее сложные вопросы.

Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателем. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п.

Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

Подготовка к практическим занятиям

Практические занятия для студентов-заочников по данной дисциплине являются основным видом аудиторной работы.

Подготовку к каждому практическому занятию студент должен начать с ознакомления с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы. Подготовка осуществляется в соответствии с планом СРС. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

В процессе подготовки к практическим занятиям, студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

Выполнение Кр

Тема: «Определение усилий и перемещений в стержневых системах с использованием матричного метода».

Выполнение Кр является промежуточным этапом в изучении дисциплины Динамика и прочность авиационных конструкций.

Цель Кр – приобретение студентами навыков определения напряженно-деформированного состояния типовых конструкций летательных аппаратов, одной из которых является стержневая система, с целью оценки их работоспособности в части восприятия действующих в эксплуатации нагрузок без разрушения и недопустимых деформаций, т.е. обеспечения прочности и жесткости.

Объектом исследования является стержневая система. Все необходимые исходные данные для выполнения Кр содержатся в приложениях к пособию по выполнению Кр.

При выполнении Кр автор несет ответственность за правильность расчетов. Преподаватель, обеспечивающий руководство работой студента, проводит консультации и осуществляет текущий контроль.

При оформлении Кр необходимо соблюдать определенные требования, указанные в пособии по выполнению.

Рекомендации по работе с литературой

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание обучаемого на предметные и именные указатели.

Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Можно делать записи на отдельных листах, которые потом легко систематизировать по отдельным темам изучаемого курса. Другой способ – это ведение тематических тетрадей-конспектов по одной какой-либо теме.

В результате изучения дисциплины Динамика и прочность авиационных конструкций обучаемый должен приобрести элементарные навыки и умения, которые будут способствовать становлению и развитию профессиональной компетентности, необходимые современному специалисту, обучающемуся по направлению подготовки 25.03.01 – Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей. Кроме того, обучаемому крайне важно помнить, что качество полученного образования в немалой степени зависит от активной роли самого обучаемого в учебном процессе.

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

При чтении лекций и на практических занятиях по всем темам дисциплины активно используется компьютерная техника для демонстрации слайдов с помощью программных приложений Adobe Reader или Microsoft Power Point. 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 проведения лекций используется аудитория, оснащенная мультимедийной аппаратурой.

Для проведения практических занятий используется специализированная лаборатория КПЛА, оснащенная оборудованием для проведения практических занятий:

– проекционная компьютерная система;

– персональные компьютеры (2 шт.).

В процессе обучения используется библиотечный фонд, качественный и количественный состав которого соответствует нормативным требованиям и включает учебники, учебные и учебно-методические пособия, справочные издания, периодические издания в электронной и бумажной формах.