

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра прочности летательных аппаратов

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФЛА

д.т.н. Саленко С. Д.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Строительная механика машин

Образовательная программа: 24.03.04 Авиационное строительство, профиль: Самолетостроение и вертолетостроение

Курс: 3, семестр : 5

Факультет летательных аппаратов,

		Семестр
№	Вид деятельности	5
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	3
2	Всего часов	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	61
4	Лекции, час.	18
5	Практические занятия, час.	18
6	Лабораторные занятия, час.	18
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	0
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	5
10	Самостоятельная работа, час.	47
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ контр.
12	Вид аттестации	ДЗ

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 24.03.04 Авиастроение

ФГОС введен в действие приказом №249 от 21.03.2016 г. , дата утверждения: 25.04.2016 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 24.03.04 Авиастроение

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ПЛА, протокол заседания кафедры №5/1 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета летательных аппаратов, протокол № 5 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Гоцелюк Т. Б.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Пустовой Н. В.

Ответственный за образовательную программу:

заместитель заведующего кафедрой Курлаев Н. В.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.1 способность получать, собирать, систематизировать и проводить анализ исходной информации для разработки конструкций авиационных летательных аппаратов и их систем; в части следующих результатов обучения:	
у4. уметь применять методы математического и компьютерного моделирования механических систем и процессов	
Компетенция ФГОС: ОПК.2 способность разрабатывать конструкции изделий авиационных летательных аппаратов и их систем в соответствии с техническим заданием на основе системного подхода к проектированию авиационных конструкций; в части следующих результатов обучения:	
у3. уметь конструировать элементы машин и конструкций с учетом обеспечения прочности, устойчивости и долговечности	
Компетенция ФГОС: ОПК.3 способность владеть методами и навыками моделирования и создания авиационных конструкций на основе современных информационных технологий с использованием средств автоматизации проектно-конструкторских работ; в части следующих результатов обучения:	
у6. уметь проводить расчеты деталей машин и элементов конструкций аналитическими и вычислительными методами прикладной механики	
у7. уметь работать с современными САЕ-системами	
у8. уметь рассчитывать аналитическими и численными методами прикладной механики деталей машин и элементов конструкций	
у9. уметь работать с современными САД-системами	
Компетенция ФГОС: ОПК.6 способность владеть основами современного дизайна и эргономики; в части следующих результатов обучения:	
з3. знать основы проектирования и основные методы расчетов на прочность, жесткость, динамику и устойчивость, долговечность машин и конструкций, трение и износ узлов машин	
Компетенция ФГОС: ОПК.7 способность использовать стандарты и типовые методы контроля и оценки качества выпускаемой продукции; в части следующих результатов обучения:	
у1. уметь определять ресурс машин и конструкций	
Компетенция ФГОС: ПК.1 способность к решению инженерных задач с использованием базы знаний математических и естественнонаучных дисциплин; в части следующих результатов обучения:	
з3. знать о расчете по несущей способности	

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Строительная механика машин</i>	
ОПК.1.у4 уметь применять методы математического и компьютерного моделирования механических систем и процессов	
1. владеть навыками применения методов математического и компьютерного моделирования механических систем	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.1.з3 знать о расчете по несущей способности	
2. знать о расчете по несущей способности	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.2.у3 уметь конструировать элементы машин и конструкций с учетом обеспечения прочности, устойчивости и долговечности	
3. конструировать элементы машин и конструкций с учетом обеспечения прочности, устойчивости	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.3.у6 уметь проводить расчеты деталей машин и элементов конструкций аналитическими и вычислительными методами прикладной механики	

4.проводить расчеты деталей машин и элементов конструкций аналитическими и вычислительными методами прикладной механики	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.3.y7 уметь работать с современными CAE-системами	
5.владеть навыками работы с современными CAE системами	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.3.y8 уметь рассчитывать аналитическими и численными методами прикладной механики деталей машин и элементов конструкций	
6.владеть навыками расчетов деталей машин и элементов конструкций аналитическими и численными методами прикладной механики	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.3.y9 уметь работать с современными CAD-системами	
7.владеть навыками работы с современными CAD системами	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.6.z3 знать основы проектирования и основные методы расчетов на прочность, жесткость, динамику и устойчивость, долговечность машин и конструкций, трение и износ узлов машин	
8.основные методы расчетов на прочность, жесткость, динамику и устойчивость	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.7.y1 уметь определять ресурс машин и конструкций	
9.определять ресурс машин и конструкций	Лабораторные работы; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 5			
Дидактическая единица: Определение нагрузок в элементах силовых конструкций			
1. Статически определимые стержневые системы. Метод сечений. Матричная форма уравнений равновесия	0	2	4, 6, 8
6. Плоские рамы. Дифференциальные уравнения равновесия балки	0	2	4, 6, 8
8. Плоское напряженное состояние. Внутренние силы. Правило знаков. Вывод дифференциальных уравнений равновесия узлов пластинки	0	1	4, 6, 8
Дидактическая единица: Выбор расчетных схем; построение математических моделей			
2. Произвольные одномерные стержневые системы. Вывод выражения полной энергии. Матрица жесткости. Выполнение условий закрепления	0	2	4, 6, 8
3. Плоские фермы. Исходные данные. Формула удлинения стержня. Матрица жесткости стержня. Уравнения равновесия узлов	0	2	4, 6, 8
4. Плоские фермы. Динамические задачи. Свободные колебания	0	2	4, 6, 8
5. Плоские рамы. Определения. Исходные данные. Степени свободы конечного элемента. Локальные координаты конечного элемента	0	2	4, 6, 8
7. Плоские рамы. Энергия деформации. Матрица жесткости конечного элемента рамы. Вывод уравнений равновесия	0	2	4, 6, 8
8. Плоское напряженное состояние. Вычисление относительных деформаций и сдвигов. Закон Гука.	0	1	4, 6, 8

9. Матрица жесткости конечного элемента пластинки и узловые нагрузки. Вывод уравнений равновесия узлов пластинки	0	2	4, 6, 8
--	---	---	---------

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 5				
Дидактическая единица: Расчет напряженно-деформированного состояния; определение запасов прочности				
1. Знакомство с основными командами пакета COSMOS/M: создания ключевых точек, линий, поверхностей. изучение команд генерации объектов	0	2	7	Построение геометрических образов простых и сложных стержневых систем, многосвязных пластинок. Применение команд генерации геометрических объектов
2. Статический и динамический расчет плоской фермы.	0	4	1, 2, 3, 4, 5, 7, 9	Построение геометрии фермы, создание конечно-элементной модели фермы (TRUSS2D), приложение нагрузок, выполнение условий закрепления. Расчет и анализ результатов.
3. Статический и динамический расчет плоской рамы.	0	4	1, 3, 4, 5, 7, 9	Построение геометрии рамы, создание конечно-элементной модели рамы (BEAM2D). Задание нагрузок и условий закрепления. Расчет и анализ результатов.
4. Расчет плоского напряженного состояния пластинки. Определение частот и форм собственных колебаний.	0	4	1, 3, 4, 5, 7, 9	Построение геометрии пластинки. Создание конечно-элементной модели (PLANE2D). задание нагрузок и условий закрепления. Графическое представление результатов расчета
5. Расчет пластинки на изгиб	0	4	1, 3, 4, 5, 7, 9	Построение геометрии пластинки. Создание конечно-элементной модели (SHELL3). задание нагрузок и условий закрепления. Графическое представление результатов расчета.

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 5				
Дидактическая единица: Определение нагрузок в элементах силовых конструкций				
1. Одномерные стержневые системы. Матричная форма уравнений равновесия. Элементы матричной алгебры	0	2	4, 6, 8	Повторение основных операций матричной алгебры. Запись уравнения равновесия в матричной форме
Дидактическая единица: Выбор расчетных схем; построение математических моделей				

2. Произвольные одномерные стержневые системы. Матрица жесткости для системы из трех стержней.	0	2	4, 6, 8	Вывод уравнений равновесия для одномерной стержневой системы, состоящей из трех стержней. Запись матрицы жесткости конструкции
3. Плоские фермы. Вычисление удлинения стержня. Матрица жесткости стержня	0	2	4, 6, 8	Вычисление удлинения стержня. Формирование матрицы жесткости для системы, состоящей из одного стержня. Запись уравнений равновесия
4. Плоские фермы. Матрица жесткости фермы. Уравнения равновесия узлов	0	2	4, 6, 8	Алгоритм формирования матрицы жесткости фермы. Запись уравнений равновесия ферменной конструкции
5. Плоские фермы. Выполнение условий закрепления.	0	2	4, 6, 8	Пример выполнения условий закрепления ферменной конструкции для случая упругих и жестких связей
6. Плоские фермы. Контрольная работа. Построение матрицы жесткости на примере трехстержневой ферменной конструкции.	0	2	4, 6, 8	Выполнение контрольной работы. Построение матрицы жесткости трехстержневой ферменной конструкции.
7. Плоские рамы. Локальная система координат. Матрица перехода от локальной системы координат к глобальной. Аналитические методы расчета рамных конструкций	0	2	4, 6, 8	Построение матрицы перехода от локальной системы координат к глобальной. Расчет статической прочности балочных конструкций на основе аналитических методов расчета
8. Плоские рамы. Функции формы конечного элемента балки	0	2	4, 6, 8	Определения функция формы конечного элемента балки.
9. Плоские рамы. Контрольная работа. Расчет статической прочности рамной конструкции.	0	2	4, 6, 8	Выполнение контрольной работы. Проведение расчета статической прочности плоской рамной конструкции

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 5				
1	Контрольные работы	1, 4, 5, 6, 7, 8	7	2
Подготовка к выполнению контрольных работ. Самостоятельное решение задач по темам контрольных работ. Чтение конспекта лекций и методической литературы, подробная информация приведена в приложениях №3 : Присекин В. Л. Основы метода конечных элементов в задачах строительной механики ЛА : учебное пособие / В. Л. Присекин, Г. И. Расторгуев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 153 с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/pris.rar				
2	РГЗ	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	18	2
В курсе предусмотрено два РГЗ. Выполнение РГЗ. Оформление пояснительной записки. Подготовка к защите РГЗ, подробная информация приведена в приложениях №4 : Присекин В. Л. Основы метода конечных элементов в задачах строительной механики ЛА : учебное пособие / В. Л. Присекин, Г. И. Расторгуев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 153 с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/pris.rar				

3	Подготовка к занятиям	3, 4, 6, 8	11	0
Подготовка к практическим занятиям, чтение лекций, решение практических задач. Подготовка к лекциям, самостоятельное дополнительное изучение теоретических вопросов. Подготовка к лабораторным работам, изучение интерфейса программы, подготовка отчета по лабораторным работам, подготовка к защите лабораторных работ.: Присекин В. Л. Основы метода конечных элементов в задачах строительной механики ЛА : учебное пособие / В. Л. Присекин, Г. И. Расторгуев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 153 с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/pris.rar				
4	Дополнительная учебная деятельность	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	0	1
Консультации по возникшим вопросам в ходе изучения курса: Присекин В. Л. Основы метода конечных элементов в задачах строительной механики ЛА : учебное пособие / В. Л. Присекин, Г. И. Расторгуев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 153 с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/pris.rar				
5	Подготовка к аттестации	4, 8	11	0
Подготовка к аттестации. Изучение теоретического материала курса. Ответ на вопросы к зачету.: Присекин В. Л. Основы метода конечных элементов в задачах строительной механики ЛА : учебное пособие / В. Л. Присекин, Г. И. Расторгуев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 153 с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/pris.rar				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	ЭБС
Консультирование	e-mail: gotseluk@ngs.ru
Размещение учебных материалов	Портал НГТУ

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 5		
<i>Подготовка к занятиям:</i>	0	
<i>Лекция:</i>	5	9
<i>Лабораторная:</i>	14	28
<i>Практические занятия:</i>	9	18
<i>Контрольные работы №1:</i>	2	5
Контролирующие материалы приводятся в "Присекин В. Л. Основы метода конечных элементов в задачах строительной механики ЛА : учебное пособие / В. Л. Присекин, Г. И. Расторгуев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 153 с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/pris.rar		
<i>Контрольные работы №2:</i>	2	5
Контролирующие материалы приводятся в "Присекин В. Л. Основы метода конечных элементов в задачах строительной механики ЛА : учебное пособие / В. Л. Присекин, Г. И. Расторгуев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 153 с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/pris.rar		

<i>РГЗ №1:</i>	4	9
Контролирующие материалы приводятся в "Присекин В. Л. Основы метода конечных элементов в задачах строительной механики ЛА : учебное пособие / В. Л. Присекин, Г. И. Расторгуев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 153 с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/pris.rar		
<i>РГЗ №2:</i>	3	6
Контролирующие материалы приводятся в "Присекин В. Л. Основы метода конечных элементов в задачах строительной механики ЛА : учебное пособие / В. Л. Присекин, Г. И. Расторгуев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 153 с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/pris.rar		
<i>Зачет:</i>	0	20
Контролирующие материалы приводятся в "Присекин В. Л. Основы метода конечных элементов в задачах строительной механики ЛА : учебное пособие / В. Л. Присекин, Г. И. Расторгуев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 153 с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/pris.rar		

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля		
		Контр. раб.	Защита РГЗ	Зачет
ОПК.1	у4. уметь применять методы математического и компьютерного моделирования механических систем и процессов	+	+	+
ОПК.2	у3. уметь конструировать элементы машин и конструкций с учетом обеспечения прочности, устойчивости и долговечности		+	+
ОПК.3	у6. уметь проводить расчеты деталей машин и элементов конструкций аналитическими и вычислительными методами прикладной механики	+	+	+
	у7. уметь работать с современными САЕ-системами	+	+	+
	у8. уметь рассчитывать аналитическими и численными методами прикладной механики деталей машин и элементов конструкций	+	+	+
	у9. уметь работать с современными САД-системами	+	+	+
ОПК.6	з3. знать основы проектирования и основные методы расчетов на прочность, жесткость, динамику и устойчивость, долговечность машин и конструкций, трение и износ узлов машин	+	+	+
ОПК.7	у1. уметь определять ресурс машин и конструкций			+
ПК.1	з3. знать о расчете по несущей способности			+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Присекин В. Л. Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел : [учебник] / В. Л. Присекин, Г. И. Расторгуев. - Новосибирск, 2010. - 237 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000125831

Дополнительная литература

- Норри Д. Введение в метод конечных элементов / Д. Норри, Ж. де Фриз ; пер. с англ. Г. В. Демидова и А. Л. Урванцева ; под ред. Г. И. Марчука. - М., 1981. - 304 с.
- Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. пер. с англ. : [монография] / О. Зенкевич ; под ред. Б. Е. Победри. - М., 1975. - 541 с. : ил.
- Алямовский А. А. SolidWorks/COSMOSWorks. Инженерный анализ методом конечных элементов / Алямовский А. А. - М., 2004. - 431 с.

Интернет-ресурсы

- ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>

2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniium.com" : <http://znaniium.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Присекин В. Л. Основы метода конечных элементов в задачах строительной механики ЛА : учебное пособие / В. Л. Присекин, Г. И. Расторгуев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 153 с. : ил. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/pris.rar>

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 COSMOS/M
- 2 Microsoft Office

9. Материально-техническое обеспечение

Компьютерный класс

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet)	Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра прочности летательных аппаратов

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФЛА
д.т.н., профессор С.Д. Саленко
“ ____ ” _____ ____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Строительная механика машин

Образовательная программа: 24.03.04 Авиастроение , профиль: Самолето и
вертолетостроение

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине «Строительная механика машин» приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.1 способность получать, собирать, систематизировать и проводить анализ исходной информации для разработки конструкций авиационных летательных аппаратов и их систем	у4. уметь применять методы математического и компьютерного моделирования механических систем и процессов	Расчет пластинки на изгиб Расчет плоского напряженного состояния пластинки. Определение частот и форм собственных колебаний. Статический и динамический расчет плоской рамы. Статический и динамический расчет плоской фермы.	Контрольные работы РГЗ.	Зачет, вопросы 1-20
ОПК.2 способность разрабатывать конструкции изделий авиационных летательных аппаратов и их систем в соответствии с техническим заданием на основе системного подхода к проектированию авиационных конструкций	у3. уметь конструировать элементы машин и конструкций с учетом обеспечения прочности, устойчивости и долговечности	Расчет пластинки на изгиб Расчет плоского напряженного состояния пластинки. Определение частот и форм собственных колебаний. Статический и динамический расчет плоской рамы. Статический и динамический расчет плоской фермы.	РГЗ	Зачет, вопросы 1-20
ОПК.3 способность владеть методами и навыками моделирования и создания авиационных конструкций на основе современных информационных технологий с использованием средств автоматизации проектно-конструкторских работ	уб. уметь проводить расчеты деталей машин и элементов конструкций аналитическими и вычислительными методами методами прикладной механики	Матрица жесткости конечного элемента пластинки и узловые нагрузки. Вывод уравнений равновесия узлов пластинки Одномерные стержневые системы. Матричная форма уравнений равновесия. Элементы матричной алгебры Плоские рамы. Дифференциальные уравнения равновесия балки Плоские рамы. Контрольная работа. Расчет статической прочности рамной конструкции. Плоские рамы. Локальная система координат. Матрица перехода от локальной системы координат к глобальной. Аналитические методы расчета рамных конструкций Плоские рамы. Определения. Исходные данные. Степени свободы конечного элемента. Локальные координаты конечного элемента Плоские рамы. Функции формы	Контрольные работы РГЗ	Зачет, вопросы 1-20

		конечного элемента балки Плоские рамы. Энергия деформации. Матрица жесткости конечного элемента рамы. Вывод уравнений равновесия Плоские фермы. Выполнение условий закрепления. Плоские фермы. Вычисление удлинения стержня. Матрица жесткости стержня Плоские фермы. Динамические задачи. Свободные колебания Плоские фермы. Исходные данные. Формула удлинения стержня. Матрица жесткости стержня. Уравнения равновесия узлов Плоские фермы. Контрольная работа. Построение матрицы жесткости на примере трехстержневой ферменной конструкции. Плоские фермы. Матрица жесткости фермы. Уравнения равновесия узлов Плоское напряженное состояние. Внутренние силы. Правило знаков. Вывод дифференциальных уравнений равновесия узлов пластинки Плоское напряженное состояние. Вычисление относительных деформаций и сдвигов. Закон Гука. Произвольные одномерные стержневые системы. Вывод выражения полной энергии. Матрица жесткости. Выполнение условий закрепления Произвольные одномерные стержневые системы. Матрица жесткости для системы из трех стержней. Расчет пластинки на изгиб Расчет плоского напряженного состояния пластинки. Определение частот и форм собственных колебаний. Статически определимые стержневые системы. Метод сечений. Матричная форма уравнений равновесия Статический и динамический расчет плоской рамы. Статический и динамический расчет плоской фермы.		
ОПК.3	у7. уметь работать с современными САЕ-системами	Расчет пластинки на изгиб Расчет плоского напряженного состояния пластинки. Определение частот и форм собственных колебаний. Статический и динамический расчет плоской рамы. Статический и динамический расчет плоской фермы.	Контрольные работы РГЗ	Зачет, вопросы 1-20

ОПК.3	у8. уметь рассчитывать аналитическими и численными методами методами прикладной механики деталей машин и элементов конструкций	Матрица жесткости конечного элемента пластинки и узловые нагрузки. Вывод уравнений равновесия узлов пластинки Одномерные стержневые системы. Матричная форма уравнений равновесия. Элементы матричной алгебры Плоские рамы. Дифференциальные уравнения равновесия балки Плоские рамы. Контрольная работа. Расчет статической прочности рамной конструкции. Плоские рамы. Локальная система координат. Матрица перехода от локальной системы координат к глобальной. Аналитические методы расчета рамных конструкций Плоские рамы. Определения. Исходные данные. Степени свободы конечного элемента. Локальные координаты конечного элемента Плоские рамы. Функции формы конечного элемента балки Плоские рамы. Энергия деформации. Матрица жесткости конечного элемента рамы. Вывод уравнений равновесия Плоские фермы. Выполнение условий закрепления. Плоские фермы. Вычисление удлинения стержня. Матрица жесткости стержня Плоские фермы. Динамические задачи. Свободные колебания Плоские фермы. Исходные данные. Формула удлинения стержня. Матрица жесткости стержня. Уравнения равновесия узлов Плоские фермы. Контрольная работа. Построение матрицы жесткости на примере трехстержневой ферменной конструкции. Плоские фермы. Матрица жесткости фермы. Уравнения равновесия узлов Плоское напряженное состояние. Внутренние силы. Правило знаков. Вывод дифференциальных уравнений равновесия узлов пластинки Плоское напряженное состояние. Вычисление относительных деформаций и сдвигов. Закон Гука. Произвольные одномерные стержневые системы. Вывод выражения полной энергии. Матрица жесткости. Выполнение условий закрепления Произвольные одномерные стержневые системы. Матрица жесткости	Контрольные работы РГЗ	Зачет, вопросы 1-20
-------	--	---	------------------------	---------------------

		для системы из трех стержней. Статически определимые стержневые системы. Метод сечений. Матричная форма уравнений равновесия		
ОПК.3	у9. уметь работать с современными CAD-системами	Знакомство с основными командами пакета COSMOS/M: создания ключевых точек, линий, поверхностей. изучение команд генерации объектов Расчет пластинки на изгиб Расчет плоского напряженного состояния пластинки. Определение частот и форм собственных колебаний. Статический и динамический расчет плоской рамы. Статический и динамический расчет плоской фермы.	Контрольные работы РГЗ	Зачет, вопросы 1-20
ОПК.6 способность владеть основами современного дизайна и эргономики	з3. знать основы проектирования и основные методы расчетов на прочность, жесткость, динамику и устойчивость, долговечность машин и конструкций, трение и износ узлов машин	Матрица жесткости конечного элемента пластинки и узловые нагрузки. Вывод уравнений равновесия узлов пластинки Одномерные стержневые системы. Матричная форма уравнений равновесия. Элементы матричной алгебры Плоские рамы. Дифференциальные уравнения равновесия балки Плоские рамы. Контрольная работа. Расчет статической прочности рамной конструкции. Плоские рамы. Локальная система координат. Матрица перехода от локальной системы координат к глобальной. Аналитические методы расчета рамных конструкций Плоские рамы. Определения. Исходные данные. Степени свободы конечного элемента. Локальные координаты конечного элемента Плоские рамы. Функции формы конечного элемента балки Плоские рамы. Энергия деформации. Матрица жесткости конечного элемента рамы. Вывод уравнений равновесия Плоские фермы. Выполнение условий закрепления. Плоские фермы. Вычисление удлинения стержня. Матрица жесткости стержня Плоские фермы. Динамические задачи. Свободные колебания Плоские фермы. Исходные данные. Формула удлинения стержня. Матрица жесткости стержня. Уравнения равновесия узлов Плоские фермы. Контрольная работа. Построение матрицы жесткости на примере	Контрольные работы РГЗ	Зачет, вопросы 1-20

		трехстержневой ферменной конструкции. Плоские фермы. Матрица жесткости фермы. Уравнения равновесия узлов Плоское напряженное состояние. Внутренние силы. Правило знаков. Вывод дифференциальных уравнений равновесия узлов пластинки Плоское напряженное состояние. Вычисление относительных деформаций и сдвигов. Закон Гука. Произвольные одномерные стержневые системы. Вывод выражения полной энергии. Матрица жесткости. Выполнение условий закрепления Произвольные одномерные стержневые системы. Матрица жесткости для системы из трех стержней. Статически определимые стержневые системы. Метод сечений. Матричная форма уравнений равновесия		
ОПК.7 способность использовать стандарты и типовые методы контроля и оценки качества выпускаемой продукции	у1. уметь определять ресурс машин и конструкций	Расчет пластинки на изгиб Расчет плоского напряженного состояния пластинки. Определение частот и форм собственных колебаний. Статический и динамический расчет плоской рамы. Статический и динамический расчет плоской фермы.		Зачет, вопросы 1-20
ПК.1/ПК способность к решению инженерных задач с использованием базы знаний математических и естественнонаучных дисциплин	з3. знать о расчете по несущей способности	Статический и динамический расчет плоской фермы.		Зачет, вопросы 1-20

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 5 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.1, ОПК.2, ОПК.3, ОПК.6, ОПК.7, ПК.1/ПК.

Зачет проводится в устной форме, по вопросам, приведенным в паспорте зачета, позволяющим оценить показатели сформированности соответствующих компетенций.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 5 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)), контрольная работа. Требования к выполнению РГЗ(Р), контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р), контрольной работы.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой,

приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.1, ОПК.2, ОПК.3, ОПК.6, ОПК.7, ПК.1/ПК, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт зачета

по дисциплине **Строительная механика машин**

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме по вопросам, список которых приведен ниже. В ходе зачета преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4) и задачи на понимание этих вопросов.

2. Критерии оценки

- Ответ на вопрос считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет *менее 10 баллов*.
- Ответ на вопрос засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе дает определение основных понятий и теоретических положений курса, может показать причинно-следственные связи явлений, но ответ не полон, оценка составляет *10-12 баллов*.
- Ответ на вопрос засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, оценка составляет *13-18 баллов*.
- Ответ на вопрос засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов и приводит конкретные примеры из практики, оценка составляет *19-20 баллов*.

3. Шкала оценки

Полученная сумма баллов в общей оценке по дисциплине учитывается с коэффициентом 1, в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины (таблица 6.1).

4. Вопросы к зачету по дисциплине:

1. Задача растяжения одномерной стержневой конструкции. Метод сечений.
2. Задача растяжения одномерной стержневой конструкции. Вывод уравнений равновесия. Матрица жесткости стержня.
3. Принцип минимума полной энергии на примере задачи растяжения стержня. Вычисление и преобразование полной энергии.
4. Растяжение одномерной стержневой конструкции. Условия минимума полной энергии.
5. Условия закрепления стержневых систем. Жесткие и упругие связи.

6. Плоские фермы. Исходные данные. Локальная система координат. Вычисление удлинения стержня через перемещения узлов.
7. Плоские фермы. Определение матрицы жесткости стержня и ее свойства.
8. Плоские фермы. Вычисление полной энергии и вывод уравнений равновесия узлов.
9. Плоские фермы. Матрица жесткости фермы.
10. Плоские фермы. Уравнения равновесия.
11. Расчет рам. Задание исходных данных. Определение локальных осей. Перемещения точек осевой линии.
12. Рамы. Вычисление деформации произвольного волокна в сечении КЭ.
13. Рамы. Закон Гука в задаче изгиба и растяжения КЭ.
14. Рамы. Вывод дифференциальных уравнений равновесия балки.
15. Рамы. Матрица жесткости
16. Рамы. Вывод энергии изгиба и растяжения КЭ.
17. Рамы. Работа внешних сил.
18. Рамы. Вычисление полной энергии, как функции перемещений и углов поворота узлов КЭ.
19. Рамы. Преобразование матрицы жесткости и узловых нагрузок при переходе к глобальной системе координат.
20. Рамы. Вывод уравнений равновесия узлов.

Ответы к вопросам по дисциплине «Прочность конструкций»

№ вопроса	Ссылка на источник	Страницы/для электронных ресурсов – название раздела
1	Присекин В.Л. Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел [Электронный ресурс]: учебник/ В.Л. Присекин, Г.И. Расторгуев— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010.— 238 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/45417.html .— ЭБС «IPRbooks»	2. Расчет одномерных стержневых систем (2.1 Одномерные стержневые системы, 2.2 Расчет свободной стержневой системы)
2	Присекин В.Л. Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел [Электронный ресурс]: учебник/ В.Л. Присекин, Г.И. Расторгуев— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010.— 238 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/45417.html .— ЭБС «IPRbooks»	2. Расчет одномерных стержневых систем (2.3 Закрепленные стержневые системы)
3	Присекин В.Л. Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел [Электронный ресурс]: учебник/ В.Л. Присекин, Г.И. Расторгуев— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010.— 238 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/45417.html .— ЭБС «IPRbooks»	2. Расчет одномерных стержневых систем (2.4 Принцип минимума полной энергии)
4	Присекин В.Л. Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел [Электронный ресурс]: учебник/ В.Л. Присекин, Г.И. Расторгуев— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010.— 238 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/45417.html .— ЭБС «IPRbooks»	2. Расчет одномерных стержневых систем (2.5 Параллельно-последовательные стержневые системы)
5	Присекин В.Л. Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел [Электронный ресурс]: учебник/ В.Л. Присекин, Г.И. Расторгуев— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010.— 238 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/45417.html .— ЭБС «IPRbooks»	2. Расчет одномерных стержневых систем (2.3 Закрепленные стержневые системы)
6	Присекин В.Л. Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел [Электронный ресурс]: учебник/ В.Л. Присекин, Г.И. Расторгуев— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010.— 238 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/45417.html .— ЭБС «IPRbooks»	3. Расчет ферм (3.1 Исходные данные, 3.2 Деформирование стержня)

7	Присекин В.Л. Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел [Электронный ресурс]: учебник/ В.Л. Присекин, Г.И. Расторгуев— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010.— 238 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/45417.html.— ЭБС «IPRbooks»	3. Расчет ферм (3.3 Вывод уравнения равновесия)
8	Присекин В.Л. Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел [Электронный ресурс]: учебник/ В.Л. Присекин, Г.И. Расторгуев— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010.— 238 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/45417.html.— ЭБС «IPRbooks»	3. Расчет ферм (3.3 Вывод уравнения равновесия)
9	Присекин В.Л. Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел [Электронный ресурс]: учебник/ В.Л. Присекин, Г.И. Расторгуев— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010.— 238 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/45417.html.— ЭБС «IPRbooks»	3. Расчет ферм (3.3 Вывод уравнения равновесия)
10	Присекин В.Л. Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел [Электронный ресурс]: учебник/ В.Л. Присекин, Г.И. Расторгуев— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010.— 238 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/45417.html.— ЭБС «IPRbooks»	3. Расчет ферм (3.3 Вывод уравнения равновесия)
11	Присекин В.Л. Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел [Электронный ресурс]: учебник/ В.Л. Присекин, Г.И. Расторгуев— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010.— 238 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/45417.html.— ЭБС «IPRbooks»	4. Расчет рам (4.1 Данные для расчета плоской рамы, 4.2 Формирование конечных элементов, 4.3 Локальная система координат)
12	Присекин В.Л. Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел [Электронный ресурс]: учебник/ В.Л. Присекин, Г.И. Расторгуев— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010.— 238 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/45417.html.— ЭБС «IPRbooks»	4. Расчет рам (4.4 Уравнения изгиба и растяжения КЭ)

13	Присекин В.Л. Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел [Электронный ресурс]: учебник/ В.Л. Присекин, Г.И. Расторгуев— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010.— 238 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/45417.html.— ЭБС «IPRbooks»	4. Расчет рам (4.4 Уравнения изгиба и растяжения КЭ)
14	Присекин В.Л. Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел [Электронный ресурс]: учебник/ В.Л. Присекин, Г.И. Расторгуев— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010.— 238 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/45417.html.— ЭБС «IPRbooks»	4. Расчет рам (4.4 Уравнения изгиба и растяжения КЭ)
15	Присекин В.Л. Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел [Электронный ресурс]: учебник/ В.Л. Присекин, Г.И. Расторгуев— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010.— 238 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/45417.html.— ЭБС «IPRbooks»	4. Расчет рам (4.6 Матрица жесткости и узловые силы КЭ)
16	Присекин В.Л. Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел [Электронный ресурс]: учебник/ В.Л. Присекин, Г.И. Расторгуев— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010.— 238 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/45417.html.— ЭБС «IPRbooks»	4. Расчет рам (4.5 Работа внутренних и поверхностных сил)
17	Присекин В.Л. Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел [Электронный ресурс]: учебник/ В.Л. Присекин, Г.И. Расторгуев— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010.— 238 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/45417.html.— ЭБС «IPRbooks»	4. Расчет рам (4.5 Работа внутренних и поверхностных сил)
18	Присекин В.Л. Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел [Электронный ресурс]: учебник/ В.Л. Присекин, Г.И. Расторгуев— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010.— 238 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/45417.html.— ЭБС «IPRbooks»	4. Расчет рам (4.7 Уравнения равновесия узлов рамы)

19	Присекин В.Л. Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел [Электронный ресурс]: учебник/ В.Л. Присекин, Г.И. Расторгуев— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010.— 238 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/45417.html.— ЭБС «IPRbooks»	4. Расчет рам (4.7 Уравнения равновесия узлов рамы)
20	Присекин В.Л. Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел [Электронный ресурс]: учебник/ В.Л. Присекин, Г.И. Расторгуев— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010.— 238 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/45417.html.— ЭБС «IPRbooks»	4. Расчет рам (4.7 Уравнения равновесия узлов рамы)

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Строительная механика машин»

1. Методика оценки

Контрольная работа проводится по теме: Плоские фермы. Определение матрицы жесткости трехстержневой ферменной конструкции. Включает в себя одно задание. Выполняется письменно.

2. Критерии оценки

Контрольная работа оценивается в 5 баллов.

Работа считается **невыполненной**, если задача не решена, оценка составляет менее 2 баллов.

Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если ход решения верен, но присутствуют ошибки, оценка составляет 3 балла.

Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если задача решена, но имеются отдельные недочеты в решении, например, незначительные вычислительные ошибки, оценка составляет 4 балла.

Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если задача решена верно без недочетов, оформление соответствует требованиям, продемонстрировано понимание необходимого теоретического материала, оценка составляет 5 баллов.

3. Шкала оценки

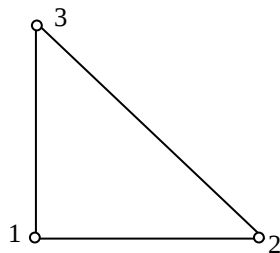
В общей оценке по дисциплине баллы за контрольную работу учитываются с коэффициентом 1, в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины (таблица 6.1).

4. Пример варианта контрольной работы

Вариант 1

Задание 1

Дана плоская ферменная конструкция, состоящая из трех стержней. Вид ферменной конструкции приведен на рисунке. В таблице приведены координаты узлов фермы. Необходимо вычислить матрицу жесткости конструкции. Все стержни изготовлены из одного материала с модулем упругости — E и имеют одинаковую площадь поперечного сечения — F .



Исходные данные:

№ узла	x	y
1	0	0
2	4	0
3	0	4

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Строительная механика машин»

1. Методика оценки

Контрольная работа проводится по теме: Плоские рамы. Расчет статической прочности рамной конструкции. Включает в себя одно задание. Выполняется в терминальном классе с использованием специального программного обеспечения.

2. Критерии оценки

Контрольная работа оценивается в 5 баллов.

Работа считается **невыполненной**, если задача не решена, оценка составляет менее 2 баллов.

Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если ход решения верен, но присутствуют ошибки, оценка составляет 3 балла.

Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если задача решена, но имеются отдельные недочеты в решении, например, незначительные вычислительные ошибки, оценка составляет 4 балла.

Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если задача решена верно без недочетов, корректно проведен анализ результатов, продемонстрировано понимание необходимого теоретического материала, оценка составляет 5 баллов.

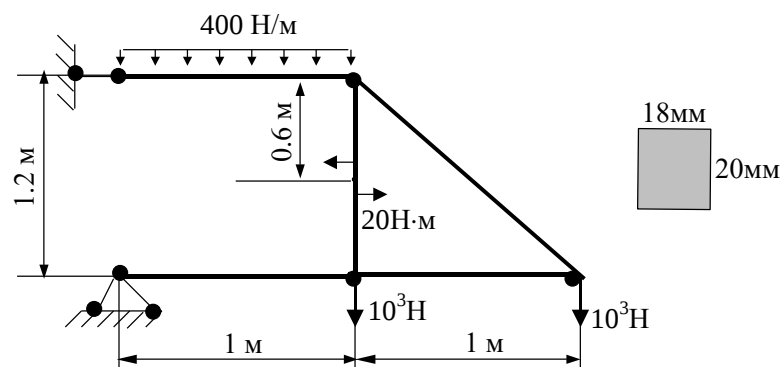
3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за контрольную работу учитываются с коэффициентом 1, в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины (таблица 6.1).

4. Пример варианта контрольной работы

Вариант 1

Задание 1



Сечение элементов конструкции – прямоугольник 18х20мм (см. рис.). Все стержни изготовлены из стали. Модуль упругости стали $E=2.1 \cdot 10^5$ МПа, плотность – 7800 кг/м^3 , разрушающие напряжения – $\sigma_b=450$ МПа. Требуется: задать геометрию конструкции; рассчитать конструкцию как рамную (тип КЭ – BEAM2D); провести анализ полученных результатов.

Паспорт расчетно-графической работы

по дисциплине «Строительная механика машин»

1. Методика оценки

В рамках выполнения расчетно-графической работы по дисциплине студенты должны решить задания в соответствии с методическими указаниями.

Обязательные структурные части РГЗ:

- Титульный лист
- Исходные данные для выполнения задания
- Аналитическое и численное решение
- Сопоставление результатов численного и аналитического решения
- Выводы

Оцениваемые позиции:

- Правильность решения
- Анализ полученных результатов
- Аккуратность и грамотность выполнения работы

2. Критерии оценки

- Работа считается **невыполненной**, если выполнены не все части РГР, решение формальное, студент не продемонстрировал знание основных определений, оценка составляет менее 4 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если при решении задачи допущена несущественная ошибка, пояснительная записка оформлена с незначительными ошибками и опечатками, при защите РГР студент отвечает на основные вопросы, связанные с выполнением работы, но ответы содержат несущественные неточности, оценка составляет 5 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если задача решена верно, а пояснительная записка содержит незначительные ошибки и опечатки, при защите РГР студент отвечает на основные вопросы, но ответы содержат несущественные неточности, оценка составляет 7 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если задача решена верно, оформление отчета соответствует требованиям, продемонстрировано понимание необходимого теоретического материала, оценка составляет 8 – 9 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГР учитываются с коэффициентом 1, в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины (таблица 6.1).

4. Примерный перечень заданий РГР

Расчет балки на статическую прочность

1.1 Условия задачи

Балка закреплена на двух шарнирных опорах и нагружена в соответствии с заданной расчётной схемой. На расчётной схеме указан материал балки и размеры поперечного сечения. Механические характеристики материалов приведены в таблице 1.1. Расчётные схемы приведены на рисунке 1.1, в таблице 1.2 представлены варианты исходных данных.

Требуется:

1. Определить реакции опор и построить эпюры изгибающих моментов и перерезывающих сил.
2. С использованием универсального уравнения упругой линии построить эпюру прогибов.
3. Вычислить максимальные действующие нормальные и касательные напряжения и дать заключение о прочности.
4. Провести расчёт балки с использованием конечно-элементного комплекса COSMOS, конструкцию рассчитать как рамную, используя конечный элемент BEAM2D.
5. Сравнить значения реакций, прогибов и напряжений, полученные из расчёта и из результатов конечно-элементного моделирования.

Таблица 1.1 — Механические характеристики материалов

Материал	E , МПа	ν	σ_B , МПа
Д16чТ	$7,1 \cdot 10^4$	0,33	470
1163Т	$6,9 \cdot 10^4$	0,33	560
30ХГСА	$19,6 \cdot 10^4$	0,3	1190
30Х2НВА	$19,1 \cdot 10^4$	0,3	1260
40ХН2МА	$19,1 \cdot 10^4$	0,28	1150

Таблица 1.2 — Варианты исходных данных

Номер варианта	M , кН·м	P_1 , кН	P_2 , кН	q , Н/м	a , м
1	5	2	1	60	0,8
2	1,5	1	0,8	50	0,5
3	1	0,5	0,2	40	0,6
4	2	3	2,5	15	0,4
5	7	0,4	2	20	1,0
6	4	0,2	3	80	0,8
7	1,5	0,8	0,3	15	0,5
8	3,5	1	4	40	0,6
9	2	1,5	1,5	60	0,4
10	3	2	0,3	12	1,0
11	1,2	0,5	1,5	60	0,8
12	5	1,5	1,5	30	0,7
13	8	2,5	2	25	0,5
14	2,5	1	5	50	0,6
15	4	5	3	150	0,8
16	10	1,5	2,0	20	1,0
17	2,4	4	1,2	40	0,8
18	5	5	3	45	0,6

1. Материал 1163Т	2. Материал 30Х2НВА	3. Материал Д16чТ
4. Материал 40ХН2МА	5. Материал 30ХГСА	6. Материал 30Х2НВА
7. Материал Д16чТ	8. Материал 1163Т	9. Материал 30Х2НВА
10. Материал 30ХГСА	11. Материал Д16чТ	12. Материал 40ХН2МА
13. Материал Д16чТ	14. Материал 30Х2НВА	15. Материал 1163Т
16. Материал 40ХН2МА	17. Материал 30Х2НВА	18. Материал 30ХГСА

Паспорт расчетно-графической работы

по дисциплине «Строительная механика машин»

1. Методика оценки

В рамках выполнения расчетно-графической работы по дисциплине студенты должны решить задания в соответствии с методическими указаниями.

Обязательные структурные части РГЗ:

- Титульный лист
- Исходные данные для выполнения задания
- Решение
- Выводы

Оцениваемые позиции:

- Правильность решения
- Анализ полученных результатов
- Аккуратность и грамотность выполнения работы

2. Критерии оценки

- Работа считается **невыполненной**, если выполнены не все части РГР, решение формальное, студент не продемонстрировал знание основных определений, оценка составляет менее 3 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если при решении задачи допущена несущественная ошибка, пояснительная записка оформлена с незначительными ошибками и опечатками, при защите РГР студент отвечает на основные вопросы, связанные с выполнением работы, но ответы содержат несущественные неточности, оценка составляет 3 балла.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если задача решена верно, а пояснительная записка содержит незначительные ошибки и опечатки, при защите РГР студент отвечает на основные вопросы, но ответы содержат несущественные неточности, оценка составляет менее 5 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если задача решена верно, оформление отчета соответствует требованиям, продемонстрировано понимание необходимого теоретического материала, оценка составляет 6 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГР учитываются с коэффициентом 1, в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины (таблица 6.1).

4. Примерный перечень заданий РГР

Расчет на прочность и собственные колебания прямого отска крыла.

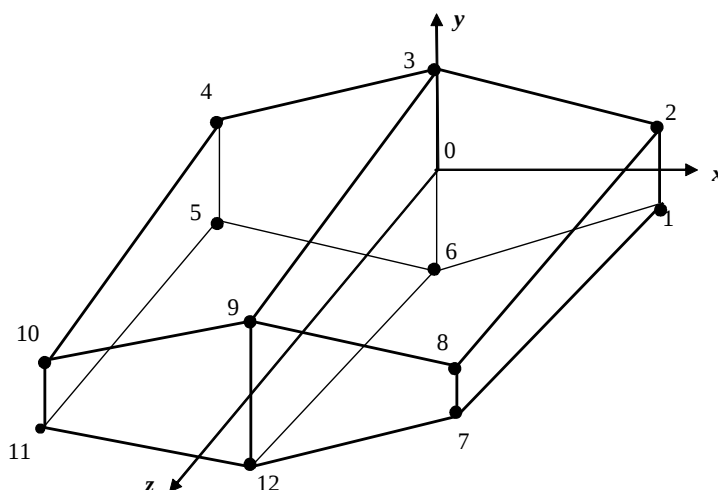


Рис. 1. Прямой отсек крыла

Дан отсек крыла, сечения которого перпендикулярны боковой поверхности (прямое крыло). Сечение 1-2-3-4-5-6 жестко заделано, сечение 7-8-9-10-11-12 свободно от закрепления и нагружено в узлах сосредоточенными силами. Плоскости 1-2-8-7, 6-3-9-12, 5-4-10-11 – стенки лонжеронов, плоскости 2-3-9-8-, 3-4-10-9, 6-3-11-12, 1-6-12-7 – панели обшивки, плоскости 1-2-3-4-5-6-1, 7-8-9-10-11-12-7 – нервюры. Вдоль линий 1-7, 2-8, 3-9, 4-10, 5-11, 6-12 расположены подкрепляющие стержни – пояса лонжеронов. Принять, что эти подкрепляющие стержни имеют квадратное сечение, две грани которого параллельны соответствующим плоскостям стенок лонжеронов. Материал стенок лонжеронов, обшивки и нервюр – алюминиевый сплав ($E=7.2 \cdot 10^4$ МПа, $\nu=0.28$, $\rho=2700$ кг/м³), материал поясов лонжеронов – титановый сплав ($E=11 \cdot 10^4$ МПа, $\nu=0.3$, $\rho=4600$ кг/м³). Толщины обшивки $\delta_{\text{обш}}=1.5$ мм, стенок лонжеронов $\delta_{\text{ст}}=2$ мм, нервюр $\delta_{\text{нер}}=1.5$ мм.

В приведенной ниже таблице обозначены: k – коэффициент сужения сечения 7-8-9-10-11-12-7 по отношению к сечению 1-2-3-4-5-6-1, l_z – длина отсека в направлении оси z , F – площадь сечения поясов лонжеронов.

Требуется:

1. Провести расчет на прочность от действия заданных нагрузок (обшивка, стенки лонжеронов и нервюр – элементы SHELL4 или SHELL3, пояса лонжеронов – элементы BEAM3D). Найти максимальные напряжения в обшивке и в поясах лонжеронов и максимальные перемещения.
2. Определить 5 первых собственных частот отсека крыла и соответствующие им формы собственных колебаний.

Таблица 1.

Исходные данные по прямому отсеку крыла

№ вар	Координаты узлов сечения $z=0$			Параметры поясов лонжеронов		Данные о нагрузке			l_z (м)	Сужение k
	Номер узла	x , (м)	x , (м)	Линии	F , $см^2$	Номер узла	P_z , кН	P_y , кН		
1	1	0.2	0.04	1-7	6	7	-72	40	0.6	0.8
	2	0.2	0.16	2-8	5	8	60	0		
	3	0	0.20	3-9	5	9	70	0		
	4	-0.28	0.16	4-10	5	10	65	0		
	5	-0.28	0.04	5-11	6	11	-65	30		
	6	0	0	6-12	6	12	-70	0		
2	1	0.2	0.02	1-7	6	7	60	20	0.55	0.7
	2	0.16	0.12	2-8	5	8	-70	0		
	3	0	0.16	3-9	5	9	-72	0		
	4	-0.24	0.12	4-10	5	10	-70	0		
	5	-0.26	0.02	5-11	5	11	60	30		
	6	0	0	6-12	6	12	60	0		
3	1	0.2	0.04	1-7	6	7	-72	40	0.5	0.8
	2	0.2	0.16	2-8	5	8	60	0		
	3	0	0.20	3-9	5	9	70	0		
	4	-0.28	0.16	4-10	5	10	65	0		
	5	-0.28	0.04	5-11	6	11	-65	30		
	6	0	0	6-12	6	12	-70	0		
4	1	0.26	0.02	1-7	5	7	-65	15	0.55	0.75
	2	0.24	0.12	2-8	4	8	60	0		
	3	0	0.16	3-9	4	9	80	0		
	4	-0.16	0.12	4-10	4	10	60	0		
	5	-0.24	0.04	5-11	5	11	-65	30		
	6	0	0	6-12	5	12	-70	0		
5	1	0.2	0.04	1-7	5	7	-60	20	0.6	0.7
	2	0.2	0.16	2-8	4	8	60	0		
	3	0	0.20	3-9	4	9	70	0		
	4	-0.28	0.16	4-10	4	10	60	0		
	5	-0.28	0.04	5-11	5	11	-70	30		
	6	0	0	6-12	5	12	-60	0		
6	1	0.22	0.04	1-7	6	7	-65	10	0.55	0.8
	2	0.22	0.12	2-8	4	8	60	0		
	3	0	0.16	3-9	4	9	60	0		
	4	-0.28	0.12	4-10	4	10	60	0		
	5	-0.28	0.04	5-11	6	11	-65	20		
	6	0	0	6-12	6	12	-65	0		
7	1	0.22	0.04	1-7	5	7	-70	20	0.6	0.52
	2	0.22	0.12	2-8	5	8	60	0		
	3	0	0.16	3-9	4	9	70	0		
	4	-0.29	0.12	4-10	5	10	60	0		
	5	-0.29	0.04	5-11	5	11	-60	20		
	6	0	0	6-12	5	12	-70	0		

8	1	0.24	0.04	1-7	6	7	-65	20	0.6	0.8
	2	0.24	0.16	2-8	5	8	60	0		
	3	0	0.20	3-9	5	9	60	0		
	4	-0.30	0.16	4-10	5	10	65	0		
	5	-0.30	0.04	5-11	6	11	-65	20		
	6	0	0	6-12	6	12	-60	0		
9	1	0.25	0.04	1-7	5	7	-70	30	0.7	0.45
	2	0.25	0.12	2-8	4	8	60	0		
	3	0	0.16	3-9	5	9	60	0		
	4	-0.30	0.16	4-10	4	10	60	0		
	5	-0.30	0.04	5-11	5	11	-70	20		
	6	0	0	6-12	5	12	-70	0		
10	1	0.25	0.04	1-7	4	7	-50	20	0.8	0.6
	2	0.25	0.12	2-8	3	8	40	0		
	3	0	0.18	3-9	4	9	40	0		
	4	-0.25	0.12	4-10	4	10	35	0		
	5	-0.25	0.04	5-11	3	11	-35	15		
	6	0	0	6-12	3	12	-40	0		
11	1	0.22	0.03	1-7	5	7	-50	20	0.9	0.7
	2	0.22	0.12	2-8	4	8	40	0		
	3	0	0.18	3-9	4	9	50	0		
	4	-0.28	0.12	4-10	4	10	50	0		
	5	-0.28	0.03	5-11	5	11	-40	10		
	6	0	0	6-12	5	12	-50	0		
12	1	0.2	0.04	1-7	4	7	-41	20	0.6	0.8
	2	0.2	0.15	2-8	3	8	40	0		
	3	0	0.18	3-9	3	9	30	0		
	4	-0.3	0.15	4-10	3	10	40	0		
	5	-0.3	0.03	5-11	4	11	-45	15		
	6	0	0	6-12	4	12	-43	0		
13	1	0.2	0.04	1-7	6	7	-72	40	0.75	0.85
	2	0.2	0.16	2-8	5	8	60	0		
	3	0	0.20	3-9	5	9	70	0		
	4	-0.28	0.16	4-10	5	10	65	0		
	5	-0.28	0.04	5-11	6	11	-65	30		
	6	0	0	6-12	6	12	-70	0		
14	1	0.26	0.05	1-7	5	7	-55	25	0.65	0.8
	2	0.26	0.12	2-8	3	8	45	0		
	3	0	0.19	3-9	4	9	45	0		
	4	-0.26	0.12	4-10	4	10	30	0		
	5	-0.26	0.05	5-11	5	11	-35	15		
	6	0	0	6-12	5	12	-40	0		