

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
Прочность конструкций

Образовательная программа: 24.05.07 Самолето- и вертолетостроение, специализация:
Самолётостроение

Курс: 3, семестры : 5 6

Факультет летательных аппаратов, заочная форма обучения

		Семестр	
№	Вид деятельности	5	6
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	0	3
2	Всего часов	0	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	2	20
4	Лекции, час.	2	4
5	Практические занятия, час.	0	6
6	Лабораторные занятия, час.	0	8
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	0	8
8	Аттестация, час.	0	2
9	Консультации, час.		
10	Самостоятельная работа, час.	0	86
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)		контр.
12	Вид аттестации		ДЗ

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 24.05.07 Самолето- и вертолетостроение

ФГОС введен в действие приказом №1165 от 12.09.2016 г. , дата утверждения: 23.09.2016 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, базовая

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 24.05.07 Самолето- и вертолетостроение

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: ПК.10 владение основами современного дизайна и эргономики; в части следующих результатов обучения:
у4. уметь выбирать материал деталей по критериям прочности, долговечности, износостойкости
Компетенция ФГОС: ПК.20 готовность к участию в составлении отчетов по выполненному заданию; в части следующих результатов обучения:
у2. проводить экспериментальные исследования свойств материалов, деталей машин и элементов конструкций;
Компетенция ФГОС: ПК.6 владение методами и навыками моделирования на основе современных информационных технологий; в части следующих результатов обучения:
з4. методов решение статических и динамических задач расчета конструкций
з5. применения метода конечных элементов для анализа конструкций
у2. работать с пакетом программ COSMOS/M
Компетенция ФГОС: ПСК.37 способностью и готовностью участвовать в разработке технологии изготовления деталей, узлов и агрегатов самолетов; в части следующих результатов обучения:
у1. проводить расчеты деталей машин и элементов конструкций на основе методов теории упругости;

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>Прочность конструкций</i>	
ПК.6.34 методов решение статических и динамических задач расчета конструкций	
1.методов решение статических и динамических задач расчета конструкций	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.6.35 применения метода конечных элементов для анализа конструкций	
2.применения метода конечных элементов для анализа конструкций	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.6.у2 работать с пакетом программ COSMOS/M	
3.работать с пакетом программ COSMOS/M	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.10.у4 уметь выбирать материал деталей по критериям прочности, долговечности, износостойкости	
4.уметь выбирать материал деталей по критериям прочности, долговечности, износостойкости	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.20.у2 проводить экспериментальные исследования свойств материалов, деталей машин и элементов конструкций;	
5.проводить экспериментальные исследования свойств материалов, деталей машин и элементов конструкций;	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПСК.37.у1 проводить расчеты деталей машин и элементов конструкций на основе методов теории упругости;	
6.проводить расчеты деталей машин и элементов конструкций на основе методов теории упругости;	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
-------------	----------------------	------	-------------------------------	----------------------

Семестр: 5				
Дидактическая единица: Установочная лекция				
19. Установочная лекция. Введение	0	2	1, 2	Введение
Семестр: 6				
Дидактическая единица: Определение нагрузок в элементах силовых конструкций				
1. Статически определимые стержневые системы. Метод сечений. Матричная форма уравнений равновесия	0	2	1, 2, 6	
2. Плоские рамы. Дифференциальные уравнения равновесия балки	0	2	1, 2	

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 6				
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.	2	2	3	Построение геометрических образов простых и сложных стержневых систем, многосвязных пластинок. Применение команд генерации геометрических объектов
2. Статический и динамический расчет плоской фермы.	3	3	1, 2, 3, 4, 5, 6	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.	3	3	1, 2, 3, 4, 5, 6	Построение геометрии рамы, создание конечно-элементной модели рамы (BEAM2D). Задание нагрузок и условий закрепления. Расчет и анализ результатов.

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 6				
Дидактическая единица: Выбор расчетных схем; построение математических моделей				
1. Плоские рамы. Преобразование матрицы жесткости при переходе к гло-бальным осям координат. Вывод уравнений равновесия	0	2	1, 2, 6	
2. Перемещения конечного элемента пластинки. Задание функций формы.	0	2	1, 2, 6	

3. Матрица жесткости конечного элемента пластинки и узловые нагрузки.	0	2	1, 2, 6	Решение задач
---	---	---	---------	---------------

Таблица 3.4

Темы для самостоятельного изучения	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 6				
Дидактическая единица: Определение нагрузок в элементах силовых конструкций				
3. Вывод дифференциальных уравнений равновесия пластинки.	0	2	1, 2	Работа с источниками
Дидактическая единица: Выбор расчетных схем; построение математических моделей				
4. Произвольные одномерные стержневые системы. Вывод выражения полной энергии. Матрица жесткости. Выполнение условий закрепления	0	2	1, 2	Работа с источниками
5. Плоские фермы. Исходные данные. Формула удлинения стержня.	0	2	1, 2	Работа с источниками
6. Плоские фермы. Матрица жесткости стержня	0	2	1, 2	Работа с источниками
7. Плоские фермы. Уравнения равновесия узлов. Матрица жесткости фермы	0	2	1, 2	Работа с источниками
8. Плоские фермы. Динамические задачи. Свободные колебания	0	2	1, 2	Работа с источниками
9. Плоские рамы. Определения. Исходные данные. Степени свободы конечного элемента.	0	2	1, 2	Работа с источниками
10. Плоские рамы. Локальные координаты конечного элемента.	0	2	1, 2	Работа с источниками
11. Плоские рамы. Определение функций формы.	0	2	1, 2	Работа с источниками
12. Плоские рамы. Энергия деформации. Матрица жесткости конечного элемента рамы.	0	2	1, 2	Работа с источниками
13. Плоские рамы. Преобразование матрицы жесткости при переходе к глобальным осям координат. Вывод уравнений равновесия	0	2	1, 2	Работа с источниками
14. Плоское напряженное состояние. Внутренние силы. Правило знаков.	0	2	1, 2	Работа с источниками
15. Плоское напряженное состояние. Вычисление относительных деформаций и сдвигов. Закон Гука.	0	2	1, 2	Работа с источниками
16. Перемещения конечного элемента пластинки. Задание функций формы.	0	2	1, 2	Работа с источниками

17. Матрица жесткости конечного элемента пластинки и узловые нагрузки.	0	2	1, 2	Работа с источниками
18. Плоское напряженное состояние. Вывод уравнений равновесия узлов пластинки.	0	2	1, 2	Работа с источниками

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 6				
1	Контрольные работы	6	4	2
Подготовка к контрольной работе, самостоятельное решение задач: 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	Подготовка к занятиям	5, 6	30	0
Чтение лекций, подготовка к лекционным занятиям, подготовка к лабораторным занятиям: 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	Дополнительная учебная деятельность	1, 2, 3, 4, 5, 6	0	1
Консультации по вопросам возникшим 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				
4	Подготовка к аттестации	1, 2, 3, 4, 5, 6	20	0
Подготовка к аттестации. Самостоятельное 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	Самостоятельное изучение теоретического материала	1, 2	32	0
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.4 : 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				

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

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм
1	Дискуссия
Краткое описание применения:	
Подробная информация об использовании технологии приводится 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 "	

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: 6		
<i>Лекция:</i>	6	12
<i>Лабораторная:</i>	15	30
<i>Практические занятия:</i>	9	18
<i>Контрольные работы:</i>	10	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 "		
<i>Зачет:</i>	10	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	
			Зачет
ПК.10	у4. уметь выбирать материал деталей по критериям прочности, долговечности, износостойкости		+
ПК.20	у2. проводить экспериментальные исследования свойств материалов, деталей машин и элементов конструкций;		+
ПК.6	34. методов решение статических и динамических задач расчета конструкций		+
	35. применения метода конечных элементов для анализа конструкций		+
	у2. работать с пакетом программ COSMOS/M		+
ПСК.37	у1. проводить расчеты деталей машин и элементов конструкций на основе методов теории упругости;		+

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 [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. Присекин В. Л. Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел : [учебник] / В. Л. Присекин, Г. И. Расторгуев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 237 с. : ил. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2010/prisekin.pdf>

Дополнительная литература

1. 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.
2. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. пер. с англ. : [монография] / О. Зенкевич ; под ред. Б. Е. Победри. - М., 1975. - 541 с. : ил.
3. Алямовский А. А. SolidWorks/COSMOSWorks. Инженерный анализ методом конечных элементов / Алямовский А. А. - М., 2004. - 431 с.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.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 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

Прочность конструкций

Образовательная программа: 24.05.07 Самолето- и вертолестроение, специализация:
Самолётостроение

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Прочность конструкций 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)
ПК.10/ПК владение основами современного дизайна и эргономики	у4. уметь выбирать материал деталей по критериям прочности, долговечности, износостойкости	Статический и динамический расчет плоской рамы. Статический и динамический расчет плоской фермы.	Лабораторные работы	Зачет, вопросы 1 – 20
ПК.20/ЭИ готовность к участию в составлении отчетов по выполненному заданию	у2. проводить экспериментальные исследования свойств материалов, деталей машин и элементов конструкций;	Статический и динамический расчет плоской рамы. Статический и динамический расчет плоской фермы.	Лабораторные работы	Зачет, вопросы 1 – 20
ПК.6/ПК владение методами и навыками моделирования на основе современных информационных технологий	34. методов решение статических и динамических задач расчета конструкций	Матрица жесткости конечного элемента пластинки и узловые нагрузки. Плоские рамы. Дифференциальные уравнения равновесия балки	Контрольная работа	Зачет, вопросы 11 – 14
ПК.6/ПК	35. применения метода конечных элементов для анализа конструкций	Матрица жесткости конечного элемента пластинки и узловые нагрузки. Плоские рамы. Дифференциальные уравнения равновесия балки	Контрольная работа	Зачет, вопросы 11 – 14
ПК.6/ПК	у2. работать с пакетом программ COSMOS/M	Знакомство с основными командами пакета COSMOS/M: создания ключевых точек, линий, поверхностей. изучение команд генерации объектов. Статический и динамический расчет плоской рамы. Статический и динамический расчет плоской фермы.	Лабораторные работы	
ПСК.37 способностью и готовностью участвовать в разработке технологии изготовления деталей, узлов и агрегатов самолетов	у1. проводить расчеты деталей машин и элементов конструкций на основе методов теории упругости;	Статически определимые стержневые системы. Метод сечений. Матричная форма уравнений равновесия Статический и динамический расчет плоской рамы. Статический и динамический расчет плоской фермы.	Лабораторные работы	Зачет, вопросы 1 – 20

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 6 семестре – в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.10/ПК, ПК.20/ЭИ, ПК.6/ПК, ПСК.37.

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 6 семестре обязательным этапом текущей аттестации является контрольная работа. Требования к выполнению контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте контрольной работы.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины (таблица 6.1).

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ПК.10/ПК, ПК.20/ЭИ, ПК.6/ПК, ПСК.37, 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 «Прочность конструкций»

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 ответ студента содержит верные теоретические положения, но не полон, отсутствуют некоторые формулы и выкладки, студент показывает знание основных определений и теоретических положений курса,
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, может представить качественные характеристики процессов,
оценка составляет *13-18 баллов*.
- Ответ на вопрос засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент может провести сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики,
оценка составляет *19-20 баллов*.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются 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 «Прочность конструкций»

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 20 баллов.

Работа считается **невыполненной**, если задача не решена, оценка составляет менее 10 баллов.

Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если ход решения верен, но присутствуют ошибки, оценка составляет 10 – 14 баллов.

Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если задача решена, но имеются отдельные недочеты в решении, например, незначительные вычислительные ошибки, оценка составляет 15 – 18 баллов.

Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если задача решена верно без недочетов, оформление соответствует требованиям, продемонстрировано понимание необходимого теоретического материала, оценка составляет 19 – 20 баллов.

3. Шкала оценки

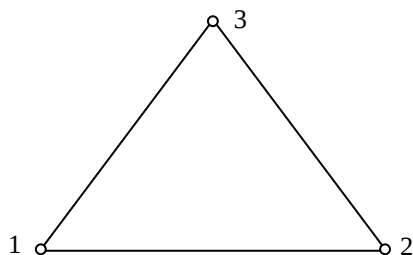
В общей оценке по дисциплине баллы за контрольную работу учитываются с коэффициентом 1, в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины (таблица 6.1).

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	1	0
3	1/2	$\sqrt{3}/2$