

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 летательных аппаратов

Образовательная программа: 24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика, профиль:
Гидроаэродинамика

Курс: 2, семестр : 4

Факультет летательных аппаратов,

		Семестр
№	Вид деятельности	4
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	3
2	Всего часов	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	61
4	Лекции, час.	36
5	Практические занятия, час.	0
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): 24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика

ФГОС введен в действие приказом №1413 от 03.12.2015 г. , дата утверждения: 31.12.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика

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:

доцент Обуховский А. Д.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.1 готовность использовать фундаментальные научные знания в качестве основы инженерной деятельности; в части следующих результатов обучения:
у1. рассчитывать инженерные конструкции на прочность, жесткость и устойчивость.
Компетенция ФГОС: ОПК.5 готовность к изменению вида и характера профессиональной деятельности, работе над междисциплинарными проектами; в части следующих результатов обучения:
з1. основных конструктивно-силовых схем основных агрегатов планера ЛА
Компетенция ФГОС: ПК.3 умением выполнять техническое и технико-экономическое обоснование принимаемых решений; в части следующих результатов обучения:
з4. критериев работоспособности, надежности и долговечности, основы теории трения и износа

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 летательных аппаратов</i>	
ОПК.1.у1 рассчитывать инженерные конструкции на прочность, жесткость и устойчивость.	
1.определять частоты и формы собственных колебаний, вынужденных колебаний	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.3.з4 критериев работоспособности, надежности и долговечности, основы теории трения и износа	
2.критериев работоспособности, надежности и долговечности, основы теории трения и износа	Лекции; Самостоятельная работа
ОПК.5.з1 основных конструктивно-силовых схем основных агрегатов планера ЛА	
3.поведение материалов при различных внешних воздействиях	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
4.применять сведения о строении и свойствах металлических, неметаллических и композиционных материалов, их поведении при различных внешних воздействиях	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
5.устойчивость стержней	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
6.сложное напряженное состояние	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
7.статически определимые и неопределимые системы, метод расчета	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 4			
Дидактическая единица: Определение нагрузок в элементах силовых конструкций			
1. Статически определимые стержневые системы. Метод сечений. Матричная форма уравнений равновесия	0	2	3, 4, 7
9. Плоские рамы. Дифференциальные уравнения равновесия балки	0	2	3, 4, 7
14. Вывод дифференциальных уравнений равновесия пластинки.	0	2	3, 4, 6
Дидактическая единица: Выбор расчетных схем; построение математических моделей			

2. Произвольные одномерные стержневые системы. Вывод выражения полной энергии. Матрица жесткости. Выполнение условий закрепления	0	2	3, 4
3. Плоские фермы. Исходные данные. Формула удлинения стержня.	0	2	3, 4
4. Плоские фермы. Матрица жесткости стержня	0	2	3, 4
5. Плоские фермы. Уравнения равновесия узлов. Матрица жесткости фермы	0	2	3, 4
6. Плоские фермы. Динамические задачи. Свободные колебания	0	2	1, 3, 4, 7
7. Плоские рамы. Определения. Исходные данные. Степени свободы конечного элемента.	0	2	3, 4, 7
8. Плоские рамы. Локальные координаты конечного элемента.	0	2	3, 4, 7
10. Плоские рамы. Определение функций формы.	0	2	3, 4
11. Плоские рамы. Энергия деформации. Матрица жесткости конечного элемента рамы.	0	2	3, 4
12. Плоские рамы. Преобразование матрицы жесткости при переходе к гло-бальным осям координат. Вывод уравнений равновесия	0	2	3, 4
13. Плоское напряженное состояние. Внутренние силы. Правило знаков.	0	2	3, 4, 6
15. Плоское напряженное состояние. Вычисление относительных деформаций и сдвигов. Закон Гука.	0	2	3, 4, 6
16. Перемещения конечного элемента пластинки. Задание функций формы.	0	2	3, 4, 6
17. Матрица жесткости конечного элемента пластинки и узловые нагрузки.	0	2	3, 4, 6
18. Плоское напряженное состояние. Вывод уравнений равновесия узлов пластинки.	0	2	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 4				
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, 3, 4, 7	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	Построение геометрии рамы, создание конечно-элементной модели рамы (BEAM2D). Задание нагрузок и условий закрепления. Расчет и анализ результатов.
4. Расчет плоско-напряженного состояния пластинки. Определение частот и форм собственных колебаний.	0	4	1, 3, 4, 6	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, 6	Построение геометрии пластинки. Создание конечно-элементной модели (SHELL3). задание нагрузок и условий закрепления. Графическое представление результатов расчета.

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 4				
1	Контрольные работы	1, 3, 4, 5, 6, 7	6	2
Подготовка к контрольным работам, 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	Контрольные работы	1, 3, 4, 5, 6, 7	5	0
: 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	РГЗ	1, 3, 4, 5, 6, 7	10	2
В курсе дисциплины предусмотрена РГЗ, задание для которого выдается на 12 неделе. Самостоятельное решение задачи РГЗ, оформление пояснительной записки, подготовка к защите РГЗ: 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 занятиям	1, 3, 4, 5, 6, 7	11	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				
5	Дополнительная учебная деятельность	1, 3, 4, 5, 6, 7	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				
6	Подготовка к аттестации	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	15	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. 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: 4		
<i>Лекция:</i>	9	18
<i>Лабораторная:</i>	14	28
<i>Контрольные работы:</i>	5	10
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:</i>	5	10
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:</i>	7	14
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		
		Контр. раб.	Защита РГЗ	Зачет
ОПК.1	у1. рассчитывать инженерные конструкции на прочность, жесткость и устойчивость.	+		+
ОПК.5	з1. основных конструктивно-силовых схем основных агрегатов планера ЛА	+	+	+

ПК.3	34. критериев работоспособности, надежности и долговечности, основы теории трения и износа			+
-------------	--	--	--	---

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 ; 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 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

Прочность конструкций летательных аппаратов

Образовательная программа: 24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика, профиль:
Гидроаэродинамика

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине «Прочность конструкций летательных аппаратов» 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 готовность использовать фундаментальные научные знания в качестве основы инженерной деятельности	у1. рассчитывать инженерные конструкции на прочность, жесткость и устойчивость.	Расчет пластинки на изгиб Расчет плоско-напряженного состояния пластинки. Определение частот и форм собственных колебаний. Статический и динамический расчет плоской рамы. Статический и динамический расчет плоской фермы.	Контрольные работы, КР№1 «Расчет заданной конструкции» КР№2 «Плоские фермы»	Зачет, вопросы 1-20
ОПК.5 готовность к изменению вида и характера профессиональной деятельности, работе над междисциплинарными проектами	з1. основных конструктивно-силовых схем основных агрегатов планера ЛА	Расчет пластинки на изгиб Расчет плоско-напряженного состояния пластинки. Определение частот и форм собственных колебаний. Статический и динамический расчет плоской рамы. Статический и динамический расчет плоской фермы.	Контрольные работы, КР№1 КР№2 РГЗ, «Расчет балки на статическую прочность»	Зачет, вопросы 1-20
ПК.3/РП умением выполнять техническое и технико-экономическое обоснование принимаемых решений	з4. критериев работоспособности, надежности и долговечности, основы теории трения и износа	Плоское напряженное состояние. Вывод уравнений равновесия узлов пластинки.		Зачет, вопросы 1-20

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 4 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.1, ОПК.5, ПК.3/РП.

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 4 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)), 2 контрольные работы. Требования к выполнению РГЗ(Р), контрольным работам, состав и правила оценки сформулированы в паспортах РГЗ(Р), контрольных работ.

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.5, ПК.3/РП, 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 летательных аппаратов**»

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 летательных аппаратов»

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 10 баллов.

Работа считается **невыполненной**, если задача не решена, оценка составляет менее 5 баллов.

Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если ход решения верен, но присутствуют ошибки, оценка составляет 5 – 6 баллов.

Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если задача решена, но имеются отдельные недочеты в решении, например, незначительные вычислительные ошибки, оценка составляет 7 – 8 баллов.

Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если задача решена верно без недочетов, корректно проведен анализ результатов, продемонстрировано понимание необходимого теоретического материала, оценка составляет 9 – 10 баллов.

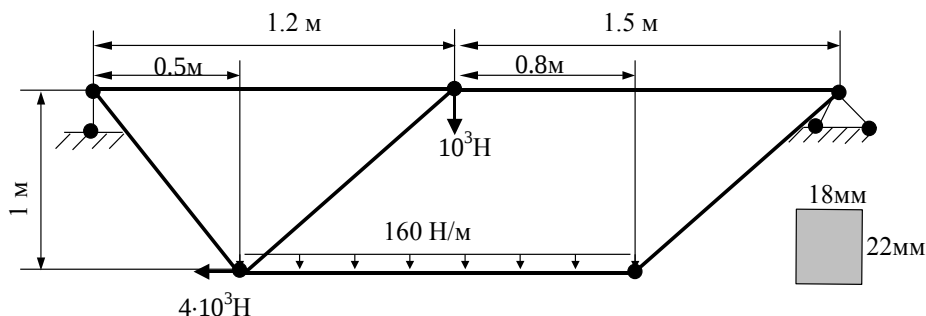
3. Шкала оценки

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 18x22мм (см. рис) Все стержни изготовлены из алюминия. Модуль упругости алюминия $E=0.7 \cdot 10^5$ МПа, плотность – 2700 кг/м^3 , разрушающие напряжения — $\sigma_b=80$ МПа. Требуется: задать геометрию конструкции; рассчитать конструкцию как рамную (тип КЭ – BEAM2D); провести анализ полученных результатов.

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Прочность конструкций летательных аппаратов»

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 10 баллов.

Работа считается **невыполненной**, если задача не решена, оценка составляет менее 4 баллов.

Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если ход решения верен, но присутствуют ошибки, оценка составляет 5 – 6 баллов.

Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если задача решена, но имеются отдельные недочеты в решении, например, незначительные вычислительные ошибки, оценка составляет 7 – 8 баллов.

Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если задача решена верно без недочетов, оформление соответствует требованиям, продемонстрировано понимание необходимого теоретического материала, оценка составляет 9 – 10 баллов.

3. Шкала оценки

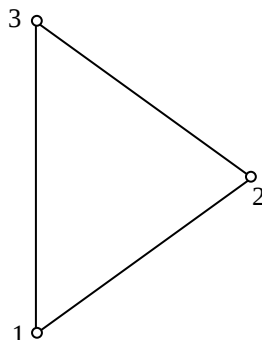
В общей оценке по дисциплине баллы за контрольную работу учитываются с коэффициентом 1, в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины (таблица 6.1).

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	$2\sqrt{3}$	2
3	0	4

Паспорт расчетно-графической работы

по дисциплине «Прочность конструкций летательных аппаратов»

1. Методика оценки

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

Обязательные структурные части РГР:

- 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 6 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 7 – 9 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 10 – 12 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если задача решена верно, оформление отчета соответствует требованиям, продемонстрировано понимание необходимого теоретического материала, оценка составляет 13 – 14 баллов или более.

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

