

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

Кафедра прочности летательных аппаратов
Кафедра аэрогидродинамики

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Конструкция и прочность авиационных двигателей

Образовательная программа: 25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей, профиль: Техническое обслуживание летательных аппаратов и авиационных двигателей

Курс: 3 4, семестры : 6 7

Факультет летательных аппаратов,

		Семестр	
№	Вид деятельности	6	7
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	3	3
2	Всего часов	108	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	61	59
4	Лекции, час.	18	18
5	Практические занятия, час.	18	18
6	Лабораторные занятия, час.	18	18
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	28	0
8	Аттестация, час.	2	2
9	Консультации, час.	5	3
10	Самостоятельная работа, час.	47	49
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ	контр.
12	Вид аттестации	3	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей

ФГОС введен в действие приказом №1416 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): 25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ПЛА, протокол заседания кафедры №5/1 от 20.06.2017

АГД, протокол заседания кафедры №6 от 20.06.2017

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

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Пель А. Н.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Пустовой Н. В.

профессор, д.т.н. Саленко С. Д.

Ответственный за образовательную программу:

заместитель заведующего кафедрой Курлаев Н. В.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.5 готовность применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации; в части следующих результатов обучения:	
у5. уметь определять основные конструктивные параметры агрегатов летательных аппаратов	
Компетенция ФГОС: ОПК.6 готовность собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии; в части следующих результатов обучения:	
у2. уметь пользоваться специальной справочной литературой и отраслевыми нормативными документами	
Компетенция ФГОС: ПК.1 способность к исследованию объектов и процессов эксплуатации авиационной техники и анализу полученных результатов, в том числе с помощью пакетов прикладных программ и элементов математического моделирования; в части следующих результатов обучения:	
з1. знать свойства летательного аппарата как объекта технической эксплуатации	
з3. знать требования к конструкции и параметрам авиационной техники	

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>Конструкция и прочность авиационных двигателей</i>	
ПК.1.31 знать свойства летательного аппарата как объекта технической эксплуатации	
1. Знать свойства летательного аппарата как объекта технической эксплуатации	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.1.33 знать требования к конструкции и параметрам авиационной техники	
2. Знать требования к конструкции и параметрам авиационной техники	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.5.у5 уметь определять основные конструктивные параметры агрегатов летательных аппаратов	
3. Уметь определять основные конструктивные параметры агрегатов летательных аппаратов	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.6.у2 уметь пользоваться специальной справочной литературой и отраслевыми нормативными документами	
4. Уметь пользоваться специальной справочной литературой и отраслевыми нормативными документами	Лекции; Лабораторные работы

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 6			
Дидактическая единица: Характеристики современных авиадвигателей			
1. Введение. Задачи, структура курса и его место в системе подготовки инженера-механика. Основные агрегаты авиационных двигателей и их конструктивно-силовые схемы.	0	2	1

2. Технические данные и характеристики современных авиационных двигателей. Конструкции современных отечественных и зарубеж-ных авиационных двигателей.	0	2	1
Дидактическая единица: Конструкция и расчет на прочность основных узлов авиадвигателей			
3. Усилия, действующие в газотурбинном двигателе. Осевые состав-ляющие газовых сил.	0	2	1, 2
4. Нагружение узлов авиационных двигателей инерционными и температурными воздействиями.	0	2	1, 2
5. Конструкции валов газотурбинных двигателей, устройство опор. Расчет осесимметрично нагруженных толстостенных цилиндров.	0	2	1, 2
6. Конструкции роторов компрессоров и турбин авиационных двигателей. Расчет напряжений и деформаций в дисках при вращении и неравномерном нагреве.	0	2	1, 2
7. Конструкции корпусных элементов авиационных двигателей. Нагружение корпусных элементов, расчетные схемы. Расчет оболочек вращения по безмоментной схеме.	0	4	1
8. Конструкция узлов крепления двигателей на летательных аппаратах. Конструктивно-силовые схемы. Матричные методы расчета стержневых систем. Расчет плоских ферм.	0	2	1
Семестр: 7			
Дидактическая единица: Матричные методы расчета стержневых систем			
9. Расчет плоских ферм.	0	2	
10. Выбор функций формы в теории метода конечных элементов.	0	2	1, 2, 3, 4
11. Потенциальная энергия плоской рамы как работа внутренних силовых факторов на возможных перемещениях.	0	2	1, 2, 3, 4
12. Получение расчетных уравнений по методу перемещений с помощью принципа Лагранжа.	0	2	3, 4
13. Формирование матрицы жесткости плоской рамы.	0	2	3, 4
14. Свойства матрицы жесткости плоской рамы.	0	2	3, 4
15. Выполнение условий закрепления при расчете плоских рам по методу перемещений.	0	2	3, 4
16. Вывод уравнений плоской задачи теории тонких пластин.	0	2	3, 4
17. Формирование матрицы жесткости трехузлового конечного элемента для решения плоской задачи теории тонких пластин.	0	2	3, 4

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 6				
Дидактическая единица: Конструкция и расчет на прочность основных узлов авиадвигателей				
1. Конструкции валов газотурбинных двигателей, устройство опор.	4	4	3, 4	Изучение конструкции валов газотурбинных двигателей, устройство опор.

2. Конструкции роторов компрессоров и турбин авиационных двигателей.	4	4	3, 4	Изучение конструкции роторов компрессоров и турбин авиационных двигателей.
3. Конструкции корпусных элементов авиационных двигателей.	4	6	3, 4	Изучение конструкции корпусных элементов авиационных двигателей.
4. Конструкция узлов крепления двигателей на летательных аппаратах.	4	4	1, 3, 4	Изучение конструкции узлов крепления двигателей на летательных аппаратах.
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Матричные методы расчета стержневых систем				
5. Расчет плоских ферм.	0	4	3, 4	Расчет плоских ферм с помощью МКЭ
6. Формирование матрицы жесткости плоской рамы.	0	6	3, 4	Формирование матрицы жесткости плоской рамы с помощью ЭВМ
7. Расчет плоских рам по методу перемещений.	0	4	3, 4	Расчет плоских рам по методу перемещений с помощью ЭВМ
8. Формирование матрицы жесткости трехузлового конечного элемента для решения плоской задачи теории тонких пластин.	0	4	3, 4	Решение плоской задачи теории тонких пластин с помощью ЭВМ

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 6				
Дидактическая единица: Конструкция и расчет на прочность основных узлов авиадвигателей				
1. Расчет осесимметрично нагруженных толстостенных цилиндров.	4	6	3	Расчет осесимметрично нагруженных толстостенных цилиндров. Решение задач.
2. Расчет напряжений и деформаций в дисках при вращении и неравномерном нагреве.	4	6	3	Расчет напряжений и деформаций в дисках при вращении и неравномерном нагреве. Решение задач.
3. Расчет оболочек вращения по безмоментной схеме.	4	6	3	Расчет оболочек вращения по безмоментной схеме. Решение задач.
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Матричные методы расчета стержневых систем				
4. Расчет плоских ферм.	0	4	1, 2	Расчет плоских ферм. Решение задач.
5. Выбор функций формы балочных элементов.	0	4	1, 2	Выбор функций формы балочных элементов. Решение задач
6. Формирование матрицы жесткости плоской рамы.	0	6	1, 2	Формирование матрицы жесткости плоской рамы. Решение задач
7. Формирование матрицы жесткости трехузлового конечного элемента для решения плоской задачи теории тонких пластин.	0	4	1, 2	Формирование матрицы жесткости трехузлового конечного элемента для решения плоской задачи теории тонких пластин. Решение задач

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 6				
1	РГЗ	3	33	3
Решение задач согласно заданию: Устройство и работа авиационных газотурбинных двигателей : методические указания к лабораторным работам по курсу "Двигатели ЛА" для 3-4 курсов ФЛА / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Д. Обуховский]. - Новосибирск, 2005. - 35 с. : ил.				
2	Подготовка к аттестации	1, 2	14	2
Подготовка к зачету: Устройство и работа авиационных газотурбинных двигателей : методические указания к лабораторным работам по курсу "Двигатели ЛА" для 3-4 курсов ФЛА / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Д. Обуховский]. - Новосибирск, 2005. - 35 с. : ил.				
Семестр: 7				
1	Контрольные работы	3	35	2
Решение задач согласно заданию на контрольную работу: Устройство и работа авиационных газотурбинных двигателей : методические указания к лабораторным работам по курсу "Двигатели ЛА" для 3-4 курсов ФЛА / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Д. Обуховский]. - Новосибирск, 2005. - 35 с. : ил.				
2	Подготовка к аттестации	1, 2, 3	14	1
Подготовка к сдаче экзамена: Устройство и работа авиационных газотурбинных двигателей : методические указания к лабораторным работам по курсу "Двигатели ЛА" для 3-4 курсов ФЛА / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Д. Обуховский]. - Новосибирск, 2005. - 35 с. : ил.				

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	e-mail; Личный типовой сайт; Портал НГТУ
Консультирование	e-mail; Личный типовой сайт
Контроль	e-mail; Личный типовой сайт
Размещение учебных материалов	Личный типовой сайт; Портал НГТУ; ЭБС

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	Максимальный балл
Семестр: 6	
Подготовка к занятиям:	
Лабораторная:	40

<i>РГЗ:</i>	40
<i>Зачет:</i>	20
Семестр: 7	
<i>Лабораторная:</i>	40
<i>Контрольные работы:</i>	20
<i>Экзамен:</i>	40

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	Экзамен
ОПК.5	у5. уметь определять основные конструктивные параметры агрегатов летательных аппаратов	+	+		
ОПК.6	у2. уметь пользоваться специальной справочной литературой и отраслевыми нормативными документами				+
ПК.1	з1. знать свойства летательного аппарата как объекта технической эксплуатации		+	+	+
	з3. знать требования к конструкции и параметрам авиационной техники				+

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

7. Литература

Основная литература

1. Обуховский А. Д. Теория авиационных двигателей : [учебное пособие] / А. Д. Обуховский, Ю. В. Телкова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2012. - 136, [1] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000175557
2. Атапин В. Г. Сопротивление материалов. Базовый курс. Дополнительные главы : учебник / В. Г. Атапин, А. Н. Пель, А. И. Темников; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011 - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000158716
3. 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. Симкин Э. Л. Основы эксплуатации авиационных газотурбинных двигателей : учебное пособие [для вузов по направлению 160300 "Двигатели летательных аппаратов" и специальности 160301 "Авиационные двигатели и энергетические установки"] / Э. Л. Симкин ; под ред. Б. Г. Мингазова ; Казан. гос. техн. ун-т им. А. Н. Туполева. - Казань, 2010. - 441 с. : ил., схемы, граф., табл.
2. Скубачевский Г. С. Авиационные газотурбинные двигатели : конструкция и расчет деталей : [учебник для авиационных специальностей вузов] / Г. С. Скубачевский. - М., 1981. - 550 с. : ил.

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 "Znanium.com" : <http://znanium.com/>

5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Устройство и работа авиационных газотурбинных двигателей : методические указания к лабораторным работам по курсу "Двигатели ЛА" для 3-4 курсов ФЛА / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Д. Обуховский]. - Новосибирск, 2005. - 35 с. : ил.

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 Microsoft Office

2 Microsoft Windows

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	демонстрация презентаций

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

Кафедра аэрогидродинамики
Кафедра прочности летательных аппаратов

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

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Конструкция и прочность авиационных двигателей

Образовательная программа: 25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей, профиль: Техническое обслуживание летательных аппаратов и авиационных двигателей

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Конструкция и прочность авиационных двигателей 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.5 готовность применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации	у5. уметь определять основные конструктивные параметры агрегатов летательных аппаратов	Конструкции корпусных элементов авиационных двигателей. Конструкции роторов компрессоров и турбин авиационных двигателей. Конструкция узлов крепления двигателей на летательных аппаратах. Расчет напряжений и деформаций в дисках при вращении и неравномерном нагреве.	РГЗ, расчет на прочность толстостенного вала.	Зачет, вопросы 1-20
ОПК.6 готовность собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии	у2. уметь пользоваться специальной справочной литературой и отраслевыми нормативными документами	Конструкции валов газотурбинных двигателей, устройство опор. Конструкции роторов компрессоров и турбин авиационных двигателей.		Зачет, вопросы 1-20
ПК.1/ЭИ способность к исследованию объектов и процессов эксплуатации авиационной техники и анализу полученных результатов, в том числе с помощью пакетов прикладных программ и элементов математического моделирования	з1. знать свойства летательного аппарата как объекта технической эксплуатации	Введение. Задачи, структура курса и его место в системе подготовки инженера-механика. Основные агрегаты авиационных двигателей и их конструктивно-силовые схемы. Конструкции валов газотурбинных двигателей, устройство опор. Расчет осесимметрично нагруженных толстостенных цилиндров. Конструкции корпусных элементов авиационных двигателей. Нагружение корпусных элементов, расчетные схемы. Расчет оболочек вращения по безмоментной схеме. Конструкции роторов компрессоров и турбин авиационных двигателей. Расчет напряжений и деформаций в дисках при вращении и неравномерном нагреве. Конструкция узлов	Контрольная работа,, расчет ферменных конструкций.	Зачет, вопросы 1-20, экзамен, вопросы 1-20

		крепления двигателей на летательных аппаратах. Конструкция узлов крепления двигателей на летательных аппаратах. Конструктивно-силовые схемы. Матричные методы расчета стержневых систем. Расчет плоских ферм. Нагружение узлов авиационных двигателей инерционными и температурными воздействиями. Технические данные и характеристики современных авиационных двигателей. Конструкции современных отечественных и зарубежных авиационных двигателей. Усилия, действующие в газотурбинном двигателе. Осевые составляющие газовых сил.		
ПК.1/ЭИ	33. знать требования к конструкции и параметрам авиационной техники	Конструкции валов газотурбинных двигателей, устройство опор. Расчет осесимметрично нагруженных толстостенных цилиндров. Конструкции роторов компрессоров и турбин авиационных двигателей. Расчет напряжений и деформаций в дисках при вращении и неравномерном нагреве. Нагружение узлов авиационных двигателей инерционными и температурными воздействиями. Усилия, действующие в газотурбинном двигателе. Осевые составляющие газовых сил.		Зачет, вопросы 1-20

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

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

Зачет проводится в устной форме, по вопросам. Список вопросов к зачету приведен в паспорте зачета.

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Список вопросов к экзаменационным билетам приведен в паспорте к экзаменам.

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

В 6 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

В 7 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.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.5, ОПК.6, ПК.1/ЭИ, 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.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра аэрогидродинамики
Кафедра прочности летательных аппаратов

Паспорт зачета

по дисциплине «Конструкция и прочность авиационных двигателей», 6 семестр

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 билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при ответе допускает принципиальные ошибки, оценка составляет менее 0,5 максимального балла, указанного в описании БРС (табл. 6.1).
- Ответ на билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при ответе допускает не принципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет менее 0,6 максимального балла.
- Ответ на билет 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, не допускает ошибок при ответе, оценка составляет менее 0,8 максимального балла.
- Ответ на билет 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, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет более 0,8 максимального балла.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины (табл. 6.1).

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Конструкция и прочность авиационных двигателей»

1. Устройство и принцип действия ступени осевого компрессора.
2. Работа ступени осевого компрессора на нерасчетном режиме.
3. Помпаж и регулирование осевого компрессора.

4. Основные конструктивные схемы камер сгорания.
5. Принцип действия осевой ступени газовой турбины.
6. Конструкция элементов охлаждения лопаток газовых турбин.
7. Конструкция сопловых устройств газотурбинных двигателей.
8. Конструкция реверсивных устройств газотурбинных двигателей.
9. Высотно-скоростные характеристики газотурбинных двигателей.
10. Дроссельные характеристики газотурбинных двигателей.
11. Уравнение в перемещениях осесимметричной деформации толстостенных цилиндров.
12. Определение перемещений и напряжений в толстостенных цилиндрах под действием внутреннего давления.
13. Определение перемещений и напряжений в толстостенных цилиндрах под действием внешнего давления.
14. Определение напряжений в составных толстостенных цилиндрах.
15. Соотношения Гадолина для составных толстостенных цилиндров.
16. Геометрические соотношения осесимметричных тонкостенных оболочек.
17. Внутренние силовые факторы в осесимметричных тонкостенных оболочках.
18. Вычисление напряжений в осесимметричных тонкостенных оболочках по безмоментной теории.
19. Вычисление напряжений в сферической оболочке под действием внутреннего давления.
20. Вычисление напряжений в цилиндрической оболочке под действием внутреннего давления.

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Конструкция и прочность авиационных двигателей», 6 семестр

1. Методика оценки

Задание, структура, этапы выполнения и защиты, оцениваемые позиции подробно описаны в методических указаниях.

Структура курсовой работы:

- Титульный лист
- Задание
- Решение с подробным теоретическим обоснованием
- Выводы по выполненной работе
- Список литературы и интернет-источников

Этапы выполнения:

- Постановка задачи
- Изучение необходимого теоретического материала
- Изучение необходимого программного обеспечения
- Выполнение задания
- Оформление задания
- Защита по вопросам, приведенным ниже

Оцениваемые позиции:

- Правильность решения
- Подробность теоретического обоснования
- Правильность оформления: соответствие структуре
- Аккуратность и грамотность выполнения работы

1. Критерии оценки.

Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части, решение формальное, студент не продемонстрировал знание основных определений, оценка составляет менее 0,5 максимального балла, указанного в описании БРС (табл. 6.1).

Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части выполнены формально: задачи решены с отдельными недочетами, оценка составляет менее 0,6 максимального балла.

Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если все задачи решены, оформление соответствует требованиям, нет достаточного теоретического обоснования оценка составляет менее 0,8 максимального балла.

Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если все задачи решены, оформление отчета соответствует требованиям, продемонстрировано понимание необходимого теоретического материала, оценка составляет не менее 0,8 максимального балла

2. Шкала оценки.

В общей оценке по дисциплине баллы за работы учитываются в соответствии с правилами

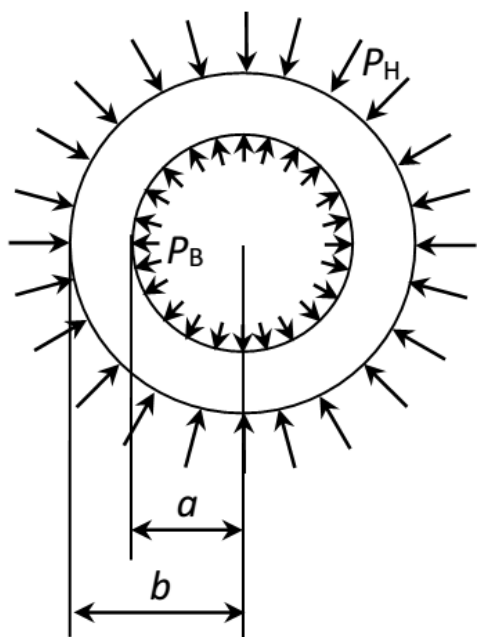
балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины. В качестве максимального берется балл из таблицы 6.1.

2. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

Расчет на прочность толстостенного вала нагруженного внутренним и внешним давлением.

Пример задания:

Вариант № 1



Стальной цилиндр, внутренний радиус которого равен 10 см, а наружный 20 см, подвергается внутреннему давлению $p_b = 40$ МПа. Построить эпюры окружных и радиальных напряжений и проверить прочность цилиндра по третьей и четвертой теории прочности при допускаемом напряжении $[\sigma] = 150$ МПа. Определить увеличение внутреннего и наружного радиуса цилиндра, приняв $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, $\mu = 0,3$.

3. Перечень вопросов к защите расчетно-графического задания.

1. Уравнение в перемещениях осесимметричной деформации толстостенных цилиндров.
2. Определение перемещений и напряжений в толстостенных цилиндрах под действием внутреннего давления.
3. Определение перемещений и напряжений в толстостенных цилиндрах под действием внешнего давления.
4. Определение напряжений в составных толстостенных цилиндрах.
5. Соотношения Гадолина для составных толстостенных цилиндров.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра аэрогидродинамики
Кафедра прочности летательных аппаратов

Паспорт экзамена

по дисциплине «Конструкция и прочность авиационных двигателей», 7 семестр

1. Методика оценки

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

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФЛА

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Конструкция и прочность авиационных двигателей»

1. Задача растяжения одномерной стержневой конструкции. Метод сечений.
2. Рамы. Вычисление деформации произвольного волокна в сечении КЭ.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись) (дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при ответе допускает принципиальные ошибки, оценка составляет менее 0,5 максимального балла, указанного в описании БРС (табл. 6.1).
- Ответ на билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при ответе допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет менее 0,6 максимального балла.
- Ответ на билет 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, не допускает ошибок при ответе, оценка составляет

менее 0,8 максимального балла.

- Ответ на билет 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, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет более 0,8 максимального балла.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины (табл. 6.1).

1. Вопросы к экзамену по дисциплине «Конструкция и прочность авиационных двигателей»

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.

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Конструкция и прочность авиационных двигателей», 7 семестр

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

Работа считается **не выполненной**, если решено менее половины всех задач, оценка составляет менее 0,5 максимального балла, указанного в БРС (табл. 6.1).

Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если решена половина всех задач, оценка составляет менее 0,7 максимального балла.

Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если решены все задачи, имеются отдельные недочеты в решении, нет достаточного теоретического обоснования, оценка составляет менее 0,9 максимального балла.

Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если все задачи решены, оформление соответствует требованиям, продемонстрировано понимание необходимого теоретического материала, оценка составляет более 0,9 максимального балла

3. Шкала оценки

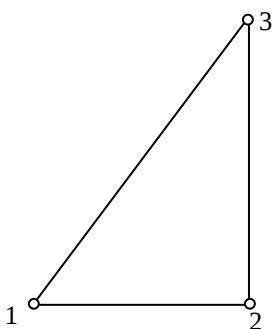
В общей оценке по дисциплине баллы за контрольную работу учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины. В качестве максимального берется балл из таблицы 6.1.

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 .



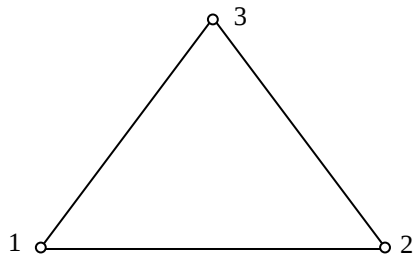
Исходные данные:

№ узла	x	y
1	0	0
2	6	0
3	6	8

Вариант 2

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 .

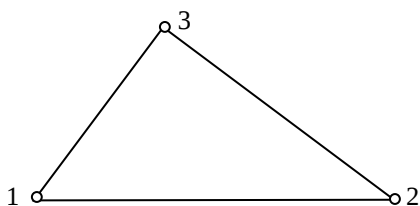
**Исходные данные:**

№ узла	x	y
1	0	0
2	1	0
3	1/2	$\sqrt{3}/2$

Вариант 3

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 .

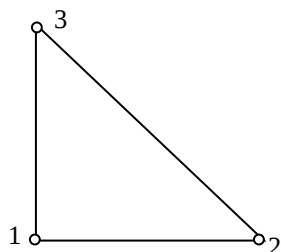
**Исходные данные:**

№ узла	x	y
1	0	0
2	5	0
3	1,8	2,4

Вариант 4

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 .

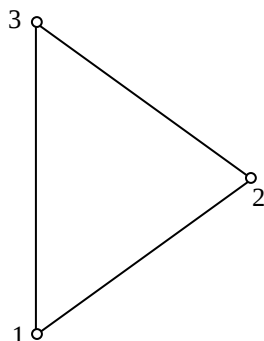
**Исходные данные:**

№ узла	x	y
1	0	0
2	4	0
3	0	4

Вариант 5

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 .

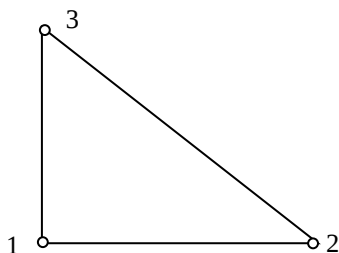
**Исходные данные:**

№ узла	x	y
1	0	0
2	$2\sqrt{3}$	2
3	0	4

Вариант 6

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 .

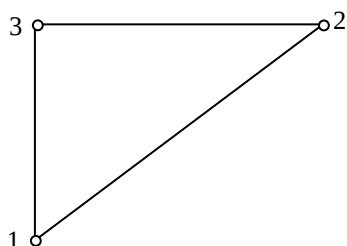
**Исходные данные:**

№ узла	x	y
1	0	0
2	4	0
3	0	3

Вариант 7

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 .

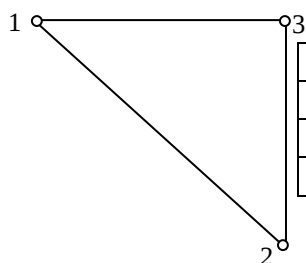
**Исходные данные:**

№ узла	x	y
1	0	0
2	8	6
3	0	6

Вариант 8

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 .

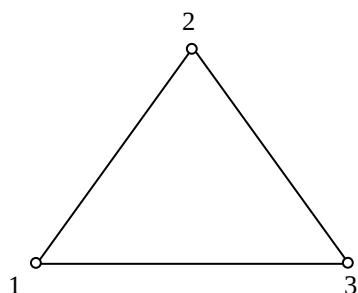
**Исходные данные:**

№ узла	x	y
1	0	3
2	3	0
3	3	3

Вариант 9

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 .

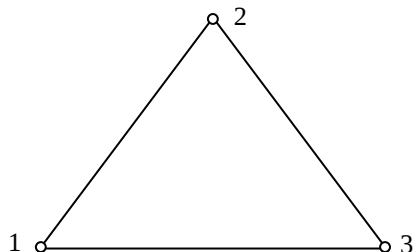
**Исходные данные:**

№ узла	x	y
1	0	0
2	$\frac{5}{2}$	$\frac{5\sqrt{3}}{2}$
3	5	0

Вариант 10

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 .

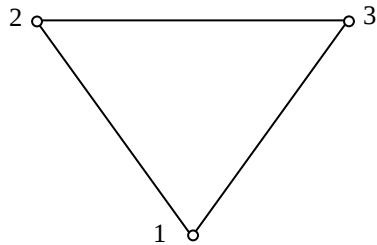
**Исходные данные:**

№ узла	x	y
1	0	0
2	$4\sqrt{3}$	4
3	$8\sqrt{3}$	0

Вариант 11

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 .

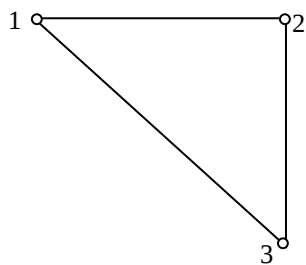
**Исходные данные:**

№ узла	x	y
1	0	0
2	$-2\sqrt{2}$	$2\sqrt{2}$
3	$2\sqrt{2}$	$2\sqrt{2}$

Вариант 12

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	8
2	6	8
3	6	0