

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
Основы теории пластичности и ползучести

Образовательная программа: 15.03.03 Прикладная механика, профиль: Динамика и прочность

Курс: 4, семестр : 7

Факультет летательных аппаратов,

		Семестр
№	Вид деятельности	7
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	5
2	Всего часов	180
3	Всего занятий в контактной форме, час.	110
4	Лекции, час.	54
5	Практические занятия, час.	36
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	0
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	18
10	Самостоятельная работа, час.	70
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ контр.
12	Вид аттестации	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 15.03.03 Прикладная механика

ФГОС введен в действие приказом №220 от 12.03.2015 г. , дата утверждения: 16.04.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 15.03.03 Прикладная механика

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:

профессор, д.т.н. Расторгуев Г. И.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Пустовой Н. В.

Ответственный за образовательную программу:

профессор Левин В. Е.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.2 способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики; в части следующих результатов обучения:	
31. знать базовые положения фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом для обработки информации и анализа данных в области профессиональной деятельности	
32. знать универсальность математических методов в познании окружающего мира	
у2. уметь применять основные методы математического аппарата в математических моделях объектов и процессов	
Компетенция ФГОС: ПК.3 готовность выполнять научно-исследовательские работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям; в части следующих результатов обучения:	
36. знать методы решения задач теории пластичности	
38. знать методы решения задач теории ползучести	
у6. уметь решать простейшие задачи теории пластичности и ползучести	
Компетенция ФГОС: ПК.4 готовность выполнять научно-исследовательские работы в области прикладной механики с использованием современных вычислительных методов, высокопроизводительных вычислительных систем и наукоемких компьютерных технологий, широко распространенных в промышленности систем мирового уровня, и экспериментального оборудования для проведения механических испытаний; в части следующих результатов обучения:	
у2. уметь применять численные методы решения задач теории пластичности и ползучести	

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>Основы теории пластичности и ползучести</i>	
ОПК.2.31 знать базовые положения фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом для обработки информации и анализа данных в области профессиональной деятельности	
1.знать базовые положения фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом для обработки информации и анализа данных в области профессиональной деятельности	Лекции; Самостоятельная работа
ОПК.2.32 знать универсальность математических методов в познании окружающего мира	
2.знать универсальность математических методов в познании окружающего мира	Лекции; Самостоятельная работа
ОПК.2.у2 уметь применять основные методы математического аппарата в математических моделях объектов и процессов	
3.уметь применять основные методы математического аппарата в математических моделях объектов и процессов	Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.3.36 знать методы решения задач теории пластичности	
4.знать методы решения задач теории пластичности	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.3.38 знать методы решения задач теории ползучести	
5.знать методы решения задач теории ползучести	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.3.у6 уметь решать простейшие задачи теории пластичности и ползучести	

6. уметь решать простейшие задачи теории пластичности и ползучести	Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.4.у2 уметь применять численные методы решения задач теории пластичности и ползучести	
7. уметь применять численные методы решения задач теории пластичности и ползучести	Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Основные понятия теории пластичности				
1. Задачи курса, его структура. Исторические сведения. Экспериментальные и физические факты развития неупругих деформаций в металлах и твердых сплавах. Напряжения, деформации, скорости деформаций и их инварианты	0	2	1, 2, 4	Студент знакомится с основными понятиями теории пластичности.
2. Механические свойства твердых тел. Понятие простого нагружения. Схематизация диаграмм деформирования. Условия возникновения пластических деформаций. Условия Сен-Венана, Хилла-Мизеса, Ишлинского для изотропного тела. Условие начала пластических деформаций для анизотропного тела.	0	4	1, 4	Студент приобретает знания об условиях начала появления пластических деформаций.
3. Методы экспериментального определения механических характеристик материала.	0	2	1, 4	Даются представления о методах экспериментального определения механических характеристик материала.
4. Поверхность нагружения (поверхность пластичности). Постулат Друкера. Выпуклость поверхности нагружения и ассоциированный закон течения. Теория изотропного расширения, кинематическая и комбинированные теории.	0	2	1, 4	Даются понятия о поверхности нагружения и о теориях их изменения при образовании пластических деформаций.
Дидактическая единица: Методы решения задач теории пластичности				
5. Теория малых упругопластических деформаций. Теорема Ильюшина о простом нагружении. Теория пластического течения. Связь между теориями при простом нагружении.	0	4	1, 4	Даются основные теории пластичности.

6. Система уравнений теории пластичности. Условия на границе, разделяющей упругую и пластическую зоны. Методы решения задач теории пластичности. Методы дополнительных напряжений, дополнительных деформаций и переменных параметров упругости. Вариационные принципы в теории малых упругопластических деформаций и их применение при решении задач.	0	4	1, 4	Даются общие понятия о методах решения задач теории пластичности.
7. Теория предельного состояния. Кинематическая и статическая теоремы и их применение к оценке предельных нагрузок элементов конструкций.	0	4	1, 4	Даются инженерные методы оценки предельной нагрузки конструкций.
8. Решение некоторых задач теории пластичности. Упругопластическое деформирование сферического баллона и толстостенного цилиндра. Жесткопластический изгиб круглых пластин, нагруженных осесимметрично. Решение задачи об изгибе листа с помощью теории течения. Упругопластическое кручение призматических стержней.	0	6	1, 4	Студент знакомится и получает знания о решении практических инженерных задач теории пластичности.
9. Плоская деформация, линии скольжения и их свойства. Плоское напряженное состояние.	0	4	1, 4	Студент получает представление об особенностях решения задач теории пластичности для плоского деформированного и плоского напряженного состояний.
10. Циклическое деформирование и приспособляемость элементов конструкций. Теория накопления рассеянного разрушения.	0	2	1, 4	Студенты изучают особенности циклического нагружения конструкций за пределом упругости.
Дидактическая единица: Теории ползучести				
11. Ползучесть и релаксация. Кривые ползучести. Влияние температуры. Предел ползучести.	0	2	1, 5	Даются представления об основных понятиях и особенностях процесса ползучести материалов.
13. Технические теории ползучести. Теории старения, течения, упрочнения и структурных параметров. Теории наследственности в ползучести.	0	2	1, 2, 5	Студент изучает основные теории ползучести.
Дидактическая единица: Основные понятия теории ползучести				
12. Длительная прочность. Предел длительной прочности. Коэффициенты запаса по времени и напряжениям.	0	2	1, 5	Дается понятие о длительной прочности.

Дидактическая единица: Методы решения задач теории ползучести				
14. Установившаяся ползучесть. Методы решения. Примеры. Неустановившаяся ползучесть. Методы решения. Примеры.	0	4	1, 5	Студенты получают теоретические навыки решения прикладных задач теории ползучести.
15. Методы расчета времени разрушения при ползучести элементов конструкций в условиях нестационарного силового и теплового воздействий.	0	2	1, 5	Студенты знакомятся с методами расчета времени разрушения при ползучести элементов конструкций в условиях нестационарного силового и теплового воздействий.
16. Применение метода конечных элементов в задачах с физической нелинейностью. Методы начальных напряжений, начальных деформаций и переменных параметров упругости.	0	4	1, 5	Студенты получают необходимые теоретические навыки решения физически нелинейных задач с помощью МКЭ.
Дидактическая единица: Теория вязкоупругости				
17. Вязкоупругость. Механические модели деформируемых сред. Модели Максвелла, Фойгта, Кельвина.	0	4	1, 5	Студенты получают представления о вязкоупругости.

Таблица 3.2

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Методы решения задач теории пластичности				
1. Решение задач упругопластического деформирования и разгрузки статически неопределимых ферменных конструкций в условиях идеальной пластичности, а также линейного и степенного упрочнения.	0	10	3, 6, 7	Студент приобретает практические навыки по расчету упругопластического деформирования ферменных конструкций и контролю полученных результатов.
2. Решение задач упругопластического деформирования балок.	0	10	3, 6, 7	Студенты получают практические навыки решения задач исследования и развития пластических деформаций в балках и рамах при изгибе.
3. Решение задач теории пластичности с применением теории малых упругопластических деформаций. Упругопластическое деформирование толстостенного цилиндра и диска.	0	7	3, 6, 7	Осваиваются методы решения задач теории пластичности на основе теории малых упруго-пластических деформаций.
4. Решение задач теории пластичности с применением теории течения.	0	3	3, 6, 7	Осваиваются методы решения задач теории пластичности на основе теории течения.

5. Применение теории предельного состояния к оценке разрушающей нагрузки для элементов конструкций.	0	2	3, 6, 7	Студенты приобретают практические навыки применения статической и кинематической теорем к оценке предельной нагрузки для балок, рам, пластин.
Дидактическая единица: Методы решения задач теории ползучести				
6. Решение задач установившейся ползучести.	0	2	3, 6, 7	Приобретаются практические навыки решения задач установившейся ползучести с применением теории старения.
7. Решение задач неуставившейся ползучести.	0	2	3, 6, 7	Приобретаются практические навыки решения задач неуставившейся ползучести с применением теории течения.

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 7				
1	Контрольные работы	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	5	0
: Теория пластичности и ползучести : методические указания и задания к расчетно-графическим работам по курсу "Теория пластичности и ползучести" для 4 курса факультета летательных аппаратов дневной формы обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Г. И. Расторгуев, К. А. Матвеев, А. И. Белоусов]. - Новосибирск, 2007. - 33, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/2007_3250.rar				
2	РГЗ	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	55	18
: Теория пластичности и ползучести : методические указания и задания к расчетно-графическим работам по курсу "Теория пластичности и ползучести" для 4 курса факультета летательных аппаратов дневной формы обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Г. И. Расторгуев, К. А. Матвеев, А. И. Белоусов]. - Новосибирск, 2007. - 33, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/2007_3250.rar				
3	Подготовка к аттестации	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	10	0
: Теория пластичности и ползучести : методические указания и задания к расчетно-графическим работам по курсу "Теория пластичности и ползучести" для 4 курса факультета летательных аппаратов дневной формы обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Г. И. Расторгуев, К. А. Матвеев, А. И. Белоусов]. - Новосибирск, 2007. - 33, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/2007_3250.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	Портал НГТУ
Консультирование	Портал НГТУ
Контроль	Портал НГТУ
Размещение учебных материалов	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: 7	
<i>Контрольные работы:</i>	20
<i>РГЗ:</i>	40
Контролирующие материалы приводятся в "Теория пластичности и ползучести : методические указания и задания к расчетно-графическим работам по курсу "Теория пластичности и ползучести" для 4 курса факультета летательных аппаратов дневной формы обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Г. И. Расторгуев, К. А. Матвеев, А. И. Белоусов]. - Новосибирск, 2007. - 33, [1] с. : ил. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/2007_3250.rar "	
<i>Экзамен:</i>	40
Контролирующие материалы - список вопросов	

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	Экзамен
ОПК.2	з1. знать базовые положения фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом для обработки информации и анализа данных в области профессиональной деятельности	+	+	+
	з2. знать универсальность математических методов в познании окружающего мира			+
	у2. уметь применять основные методы математического аппарата в математических моделях объектов и процессов			+
ПК.3	з6. знать методы решения задач теории пластичности	+	+	+
	з8. знать методы решения задач теории ползучести	+		+
	у6. уметь решать простейшие задачи теории пластичности и ползучести		+	+
ПК.4	у2. уметь применять численные методы решения задач теории пластичности и ползучести		+	+

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

7. Литература

Основная литература

1. Ахметзянов М. Х. Сопротивление материалов : [учебник по направлению "Строительство"] / М. Х. Ахметзянов, П. В. Грес, И. Б. Лазарев ; под ред. М. Х. Ахметзянова. - М., 2007. - 333, [1] с. : ил.
2. Прикладная теория пластичности : [учебное пособие для вузов по направлению 150300 - Прикладная механика / К. М. Иванов и др.] ; под ред. К. М. Иванова. - СПб., 2009. - 374, [1] с. : ил.

3. 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
4. Атапин В. Г. Сопротивление материалов : учебник / В. Г. Атапин, А. Н. Пель, А. И. Темников. - Новосибирск, 2006. - 555 с. : ил. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2006/atapin.pdf>
5. Теория пластичности и ползучести : методические указания и задания к расчетно-графическим работам по курсу "Теория пластичности и ползучести" для 4 курса факультета летательных аппаратов дневной формы обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Г. И. Расторгуев, К. А. Матвеев, А. И. Белоусов]. - Новосибирск, 2007. - 33, [1] с. : ил. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/2007_3250.rar

Дополнительная литература

1. Пуарье Ж. П. Высокотемпературная пластичность кристаллических тел / Ж. П. Пуарье ; пер. с фр. Г. Д. Стельмаковой ; под. ред. А. С. Кагана, С. С. Рыжак. - М., 1982. - 271, [1] с. : ил.
2. Биргер И. А. Техническая диагностика / И. А. Биргер. - М., 1978. - 238, [1] с. : табл., схемы
3. Малинин Н. Н. Технологические задачи пластичности и ползучести : учебное пособие для машиностроительных спец. вузов / Н. Н. Малинин. - М., 1979. - 117, [2] с. : ил.
4. Безухов Н. И. Примеры и задачи по теории упругости, пластичности и ползучести : учебное пособие для вузов / Н. И. Безухов. - М., 1965. - 319, [1] с. : ил.
5. Малинин Н. Н. Прикладная теория пластичности и ползучести : Учебник для вузов. - М., 1975. - 400 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. Теория пластичности и ползучести : методические указания / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Г. И. Расторгуев, К. А. Матвеев, А. И. Белоусов, Е. Н. Белоусова]. - Новосибирск, 2017. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235523

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Microsoft Office
- 2 Microsoft Windows

9. Материально-техническое обеспечение

Компьютерный класс

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

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

Основы теории пластичности и ползучести

Образовательная программа: 15.03.03 Прикладная механика, профиль: Динамика и прочность

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Основы теории пластичности и ползучести 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.2 способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	з1. знать базовые положения фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом для обработки информации и анализа данных в области профессиональной деятельности	Вязкоупругость. Механические модели деформируемых сред. Модели Максвелла, Фойгта, Кельвина. Длительная прочность. Предел длительной прочности. Коэффициенты запаса по времени и напряжениям. Задачи курса, его структура. Исторические сведения. Экспериментальные и физические факты развития неупругих деформаций в металлах и твердых сплавах. Напряжения, деформации, скорости деформаций и их инварианты Методы расчета времени разрушения при ползучести элементов конструкций в условиях нестационарного силового и теплового воздействий. Методы экспериментального определения механических характеристик материала. Механические свойства твердых тел. Понятие простого нагружения. Схематизация диаграмм деформирования. Условия возникновения пластических деформаций. Условия Сен-Венана, Хилла-Мизеса, Ишлинского для изотропного тела. Условие начала пластических деформаций для анизотропного тела. Плоская деформация, линии скольжения и их свойства. Плоское напряженное состояние. Поверхность нагружения (поверхность пластичности). Постулат Друкера. Выпуклость поверхности нагружения и ассоциированный закон течения. Теория изотропного расширения, кинематическая и комбинированные теории. Ползучесть и релаксация. Кривые ползучести. Влияние температуры. Предел	Контрольная работа, разделы.1-2,РГЗ	Экзамен, вопросы1-34...

		ползучести. Применение метода конечных элементов в задачах с физической нелинейностью. Методы начальных напряжений, начальных деформаций и переменных параметров упругости. Решение некоторых задач теории пластичности. Упругопластическое деформирование сферического баллона и толстостенного цилиндра. Жесткопластический изгиб круглых пластин, нагруженных осесимметрично. Решение задачи об изгибе листа с помощью теории течения. Упругопластическое кручение призматических стержней. Система уравнений теории пластичности. Условия на границе, разделяющей упругую и пластическую зоны. Методы решения задач теории пластичности. Методы дополнительных напряжений, дополнительных деформаций и переменных параметров упругости. Вариационные принципы в теории малых упругопластических деформаций и их применение при решении задач. Теория малых упругопластических деформаций. Теорема Ильюшина о простом нагружении. Теория пластического течения. Связь между теориями при простом нагружении. Теория предельного состояния. Кинематическая и статическая теоремы и их применение к оценке предельных нагрузок элементов конструкций. Технические теории ползучести. Теории старения, течения, упрочнения и структурных параметров. Теории наследственности в ползучести. Установившаяся ползучесть. Методы решения. Примеры. Неустановившаяся ползучесть. Методы решения. Примеры. Циклическое деформирование и приспособляемость элементов конструкций. Теория накопления рассеянного разрушения.		
ОПК.2	32. знать универсальность математических методов в познании окружающего мира	Задачи курса, его структура. Исторические сведения. Экспериментальные и физические факты развития неупругих деформаций в		Экзамен, вопросы..33-34.

		металлах и твердых сплавах. Напряжения, деформации, скорости деформаций и их инварианты Технические теории ползучести. Теории старения, течения, упрочнения и структурных параметров. Теории наследственности в ползучести.		
ОПК.2	у2. уметь применять основные методы математического аппарата в математических моделях объектов и процессов	Применение теории предельного состояния к оценке разрушающей нагрузки для элементов конструкций. Решение задач неустойчивости ползучести. Решение задач теории пластичности с применением теории малых упругопластических деформаций. Упругопластическое деформирование толстостенного цилиндра и диска. Решение задач теории пластичности с применением теории течения. Решение задач упругопластического деформирования балок. Решение задач упругопластического деформирования и разгрузки статически неопределимых ферменных конструкций в условиях идеальной пластичности, а также линейного и степенного упрочнения. Решение задач установившейся ползучести.		Экзамен, вопросы.1-32..
ПК.3/НИ готовность выполнять научно-исследовательские работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям	зб. знать методы решения задач теории пластичности	Задачи курса, его структура. Исторические сведения. Экспериментальные и физические факты развития неупругих деформаций в металлах и твердых сплавах. Напряжения, деформации, скорости деформаций и их инварианты Методы экспериментального определения механических характеристик материала. Механические свойства твердых тел. Понятие простого нагружения. Схематизация диаграмм деформирования. Условия возникновения пластических деформаций. Условия Сен-Венана, Хилла-Мизеса, Ишлинского для изотропного тела. Условие начала пластических деформаций для анизотропного тела. Плоская деформация, линии скольжения и их свойства. Плоское напряженное состояние. Поверхность нагружения (поверхность пластичности). Постулат	Контрольная работа, РГЗ...	Экзамен, вопросы.1-32..

		Друкера. Выпуклость поверхности нагружения и ассоциированный закон течения. Теория изотропного расширения, кинематическая и комбинированные теории. Решение некоторых задач теории пластичности. Упругопластическое деформирование сферического баллона и толстостенного цилиндра. Жесткопластический изгиб круглых пластин, нагруженных осесимметрично. Решение задачи об изгибе листа с помощью теории течения. Упругопластическое кручение призматических стержней. Система уравнений теории пластичности. Условия на границе, разделяющей упругую и пластическую зоны. Методы решения задач теории пластичности. Методы дополнительных напряжений, дополнительных деформаций и переменных параметров упругости. Вариационные принципы в теории малых упругопластических деформаций и их применение при решении задач. Теория малых упругопластических деформаций. Теорема Ильюшина о простом нагружении. Теория пластического течения. Связь между теориями при простом нагружении. Теория предельного состояния. Кинематическая и статическая теоремы и их применение к оценке предельных нагрузок элементов конструкций. Циклическое деформирование и приспособляемость элементов конструкций. Теория накопления рассеянного разрушения.		
ПК.3/НИ	з8. знать методы решения задач теории ползучести	Вязкоупругость. Механические модели деформируемых сред. Модели Максвелла, Фойгта, Кельвина. Длительная прочность. Предел длительной прочности. Коэффициенты запаса по времени и напряжениям. Методы расчета времени разрушения при ползучести элементов конструкций в условиях нестационарного силового и теплового воздействий. Ползучесть и релаксация. Кривые ползучести. Влияние температуры. Предел	Контрольная работа, разделы 1-2, РГЗ.	Экзамен, вопросы. 27-34

		ползучести. Применение метода конечных элементов в задачах с физической нелинейностью. Методы начальных напряжений, начальных деформаций и переменных параметров упругости. Технические теории ползучести. Теории старения, течения, упрочнения и структурных параметров. Теории наследственности в ползучести. Установившаяся ползучесть. Методы решения. Примеры. Неустановившаяся ползучесть. Методы решения. Примеры.		
ПК.3/НИ	уб. уметь решать простейшие задачи теории пластичности и ползучести	Применение теории предельного состояния к оценке разрушающей нагрузки для элементов конструкций. Решение задач неустановившейся ползучести. Решение задач теории пластичности с применением теории малых упругопластических деформаций. Упругопластическое деформирование толстостенного цилиндра и диска. Решение задач теории пластичности с применением теории течения. Решение задач упругопластического деформирования балок. Решение задач упругопластического деформирования и разгрузки статически неопределимых ферменных конструкций в условиях идеальной пластичности, а также линейного и степенного упрочнения. Решение задач установившейся ползучести.		Экзамен, вопросы.1-32..
ПК.4/НИ готовность выполнять научно-исследовательские работы в области прикладной механики с использованием современных вычислительных методов, высокопроизводительных вычислительных систем и наукоемких компьютерных технологий, широко распространенных в промышленности систем мирового уровня, и	у2. уметь применять численные методы решения задач теории пластичности и ползучести	Применение теории предельного состояния к оценке разрушающей нагрузки для элементов конструкций. Решение задач неустановившейся ползучести. Решение задач теории пластичности с применением теории малых упругопластических деформаций. Упругопластическое деформирование толстостенного цилиндра и диска. Решение задач теории пластичности с применением теории течения. Решение задач упругопластического деформирования балок. Решение задач упругопластического деформирования и разгрузки	РГЗ	Экзамен, вопросы.1-32..

экспериментальног о оборудования для проведения механических испытаний		статически неопределимых ферменных конструкций в условиях идеальной пластичности, а также линейного и степенного упрочнения. Решение задач установившейся ползучести.		
--	--	---	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 7 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.2, ПК.3/НИ, ПК.4/НИ.

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

В 7 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются расчетно-графическое задание (РГЗ), контрольная работа. Требования к выполнению РГЗ, контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ, 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.2, ПК.3/НИ, ПК.4/НИ, 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 прочности летательных аппаратов

Паспорт экзамена

по дисциплине «Основы теории пластичности и ползучести», 7 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов _1-17_, второй вопрос из диапазона вопросов _18-34_ (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФЛА

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Основы теории пластичности и ползучести»

1. Тензор и девиатор напряжений, инварианты. Интенсивности касательных и нормальных напряжений.
2. Линейная теория наследственности

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

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет мене _15_ баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, , оценка составляет _15-20_ баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику

процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, оценка составляет 20-30 баллов.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы 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 задач, оценка составляет 30-40 баллов.

3. Шкала оценки

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

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Основы теории пластичности и ползучести»

1. Тензор и девиатор напряжений, инварианты. Интенсивности касательных и нормальных напряжений.
2. Тензор и девиатор деформаций, инварианты. Интенсивности деформаций сдвига и линейн деформаций.
3. Скорости деформаций. Приращения деформаций.
4. Механические свойства твердых тел. Эффект Баушингера. Понятие простого нагружения.
5. Уравнения идеального упругого тела. Условия возникновения пластических деформаций изотропного тела. Условия Сен-Венана, Ишлинского, Мизеса.
6. Условия начала пластичности Сен-Венана, Ишлинского, Мизеса для двумерного напряженного состояния и их геометрическая интерпретация.
7. Условия начала пластичности для анизотропного тела. Условие Хилла-Мизеса для ортотропного тела.
8. Поверхность нагружения. Изотропное упрочнение, энергетическое условие упрочнения и параметр Удквиста.
9. Теория пластичности изотропного тела с анизотропным упрочнением. Трансляционная и комбинированная теории.
10. Постулат Друкера.
11. Выпуклость поверхности нагружения и ассоциированный закон течения.
12. Теория пластического течения (ТТ).
13. Теория малых упруго-пластических деформаций (ДТ). О коэффициенте поперечной деформации за пределом упругости. Теорема А.А.Ильюшина о простом нагружении.
14. Связь ТТ и ДТ при простом нагружении.
15. Остаточные напряжения и деформации при разгрузке. Схематизация диаграмм деформирования.
16. Система уравнений пластического равновесия. Условия на границе, разделяющей упругую и пластическую зоны.
17. Метод упругих решений А.А.Ильюшина.
18. Метод переменных параметров упругости И.А.Биргера.
19. Применение МКЭ к решению задач теории пластичности. Понятие о методах переменной жесткости, начальных напряжений и начальных деформаций.
20. Вариационные принципы в ДТ пластичности: принцип минимума полной энергии и принцип возможных изменений напряженного состояния.
21. Теория предельного состояния. Основные допущения. Кинематическая теорема.
22. Теория предельного состояния. Основные допущения. Статическая теорема.
23. Упруго-пластическая деформация сферического сосуда, нагруженного внутренним давлением.
24. Жестко-пластический изгиб круглых пластин, нагруженных осесимметрично. Основные уравнения. Уравнения изгиба пластины при условии текучести Мизеса.
25. Жестко-пластический изгиб круглых пластин, нагруженных осесимметрично: использование условия текучести Сен-Венана (на примере определения предельной нагрузки круглой пластинки, нагруженной равномерным давлением).
26. Технологическая задача о деформировании цилиндрических труб в конических матрицах.
27. Ползучесть и релаксация. Кривые ползучести. Влияние температуры. Предел ползучести.
28. Длительная прочность. Предел длительной прочности. Коэффициенты запаса по времени напряжениям.
29. Теория старения при одноосном и сложном напряженных состояниях.
30. Теория течения в ползучести.
31. Теория упрочнения.

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Основы теории пластичности и ползучести», 7 семестр

1. Методика оценки

Контрольная работа проводится по темам :Решение задач упруго – пластического деформирования статически неопределимых ферменных конструкций, балок и рам-, включает 2 задания. Выполняется письменно.

2. Критерии оценки

Каждое задание контрольной работы оценивается в соответствии с приведенными ниже критериями.

Контрольная работа считается **невыполненной**, если получены неверные значения предельных нагрузок. Оценка составляет **менее 10** баллов.

Работа выполнена на **пороговом** уровне, если допущены ошибки принципиального характера только в одной из двух предложенных задач. Оценка составляет **10-14** баллов.

Работа выполнена на **базовом** уровне, если получены неверные значения предельных нагрузок, при этом были допущены ошибки вычислительного характера. Оценка составляет **15-18** баллов.

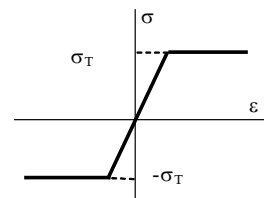
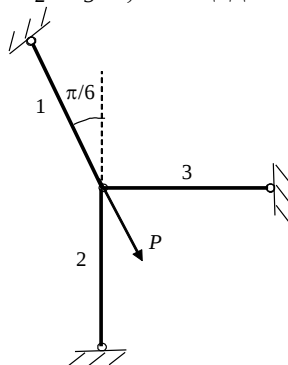
Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если задачи решены в полном объеме с выполнением всех проверок.. Оценка составляет 18-20 баллов.

3. Шкала оценки

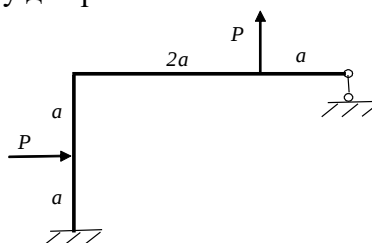
В общей оценке по дисциплине баллы за контрольную работу учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Пример варианта контрольной работы

1. Найти предельную нагрузку P_ϵ для статически неопределимой ферменной конструкции и остаточные усилия при разгрузке от P_ϵ до 0. Сделать проверку самоуравновешенности остаточных усилий. Материал стержней одинаков и подчиняется схеме идеального упругопластического материала, диаграмма которого приведена ниже. Длины стержней $l_1 = l_2 = l_3 = l$, площади сечений $F_1 = 4F$, $F_2 = 2F$, $F_3 = F$.



2. Найти предельную нагрузку для рамы



Паспорт расчетно-графического задания

по дисциплине «Основы теории пластичности и ползучести», 7 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты должны решить две задачи по определению предельной нагрузки: для фермы и рамы.

При выполнении расчетно-графического задания студенты должны: освоить методику определения предельной нагрузки для статически неопределимой ферменной конструкции. Выполнить разгрузку. Построить диаграмму упругой приспособляемости.

Определить предельную нагрузку для рамы с помощью статической и кинематической теорем.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если полученные силы не удовлетворяют уравнениям равновесия и уравнениям совместности деформаций. Оценка - менее 20 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если проверки «сходятся», но есть недостатки при построении диаграмм, или при программировании задач, оценка составляет 20-29 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если задачи решены верно, но есть недостатки в интерпретации полученных результатов и в оформлении решений, оценка составляет 30-34 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если отмеченные выше недостатки отсутствуют, оценка составляет 34-40 баллов

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем РГЗ

Типовое задание (варианты заданий) и т.п. приведены в методических указаниях.