

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 12 » января 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Основы теории пластичности и ползучести
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 108 (3)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 15.03.03 Прикладная механика
(код и наименование направления)

Направленность: Прикладная механика (общий профиль, СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью курса является формирование компетенций о предмете, моделях, постановках и методах решения основных задач теории пластичности и ползучести.

Задачами дисциплины являются:

- формирование знаний об истории развития и современном состоянии реологических моделей механики деформируемого твердого тела, описывающих неупругое поведение материалов и о постановках и методах решения задач теории пластичности и ползучести;
- приобретение умений и навыков выбора определяющих уравнений, постановки и решения задач теории пластичности и ползучести в зависимости от особенностей описываемых процессов.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Деформируемые среды, испытывающие неупругое поведение, и отвечающие им реологические модели, уравнения равновесия и динамики для подобных сред, задачи в рамках теории пластичности и ползучести и методы их решения.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	Знает гипотезы и уравнения теории пластического течения, а также основные задачи теории пластичности и подходы к их решению	Знает основные разделы математики, механики деформируемых тел, теории колебаний; современные методы проведения расчетов напряженно-деформированного состояния конструкций, численные методы моделирования, включая метод конечных элементов;	Коллоквиум

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Умеет выбирать подходящие модели пластичности и ползучести для решения прикладных задач	Умеет применять специальные методики расчета параметров нагружения; применять специальные методики расчета конструкций на прочность, устойчивость и жесткость; применять современные системы автоматизированного проектирования (САПР), в том числе: пакеты прикладных программ конечно-элементного анализа, пакеты программ для создания электронных геометрических моделей; читать проектную конструкторскую и нормативную документацию	Дифференцированный зачет
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеет навыками использования пакетов прикладных математических вычислений и компьютерной алгебры для преобразования уравнений и решения простейших задач теории пластичности	Владеет навыками разработки статических и динамических моделей; применения современных методов, средств и стандартов, прикладных комплексов программ используемых при проектировании.	Индивидуальное задание

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	34	34	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	54	54	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
7-й семестр				
				СРС

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Теория пластического течения	14	0	18	2
1. История теории пластичности. Определение пластического материала. Основные гипотезы теории пластичности. 2. Условие текучести. Интенсивность напряжений. Теория течения. Ассоциированный закон течения. Идеально пластический материал. Интенсивность скоростей деформаций. 3. Принцип образца и стандартные виды испытаний пластических материалов. Главные значения и оси тензора напряжений и их поведение в стандартных испытаниях. 4. Пространство главных напряжений и его тензорный базис. Девиаторная плоскость и шаровая ось. Инварианты тензора напряжений. Вид напряженного состояния, угол вида и параметр Лоде. Поверхность текучести изотропного материала в пространстве главных напряжений. 5. Пластически анизотропные материалы: функции текучести, пределы текучести и параметры анизотропии. Аномальные эффекты, наблюдаемые для пластически анизотропных материалов. 6. Функции текучести Хилла и Барлата. Идентификация параметров функции текучести пластически анизотропного материала по данным эксперимента. 7. Деформационное упрочнение. Соотношения закона пластического течения с изотропным упрочнением. Работа пластических деформаций. 8. Знакопеременное нагружение. Эффект Баушингера. Остаточные напряжения и деформации при знакопеременном нагружении. Кинематическое упрочнение. Соотношения закона пластического течения с кинематическим упрочнением.				
Плоские задачи теории идеальной пластичности	4	0	6	4
9. Плоские задачи идеальной теории пластичности. Уравнения на характеристиках. Теоремы Генки. Разрешимость начальных и краевых задач. Кинематические соотношения на характеристиках. 10. Вариационные принципы теории пластичности				
Пластичность при сложном и динамическом нагружении	0	0	8	26
11. Установившееся пластическое поведение при повторяющемся нагружении. Приспособляемость и рэтчетинг. 12. Уруго-пластические волны.				
Структурные реологические модели	0	0	2	22

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
13. Структурные модели реологических сред.				
ИТОГО по 7-му семестру	18	0	34	54
ИТОГО по дисциплине	18	0	34	54

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Приобретение знаний об основных понятиях теории
2	Критерии Треска и Мизеса. Их поверхности при двухосном напряжённом состоянии и при комбинации одноосной нагрузки и кручения.
3	Скорости пластических деформаций при ПНС, ПДС, двухосном нагружении.
4	Развитие пластических деформаций при ПДС, квазистатическая задача.
5	Двухпараметрические критерии текучести и их идентификация.
6	Анизотропные критерии текучести. Критерий Хилла.
7	Изотропное деформационное упрочнение.
8	Зависимость пластических деформаций от пути нагружения. Задача об одновременном кручении и растяжении трубы по различным траекториям нагружения.
9	Кинематическое деформационное упрочнение, приспособляемость.
10	Моделирование ретчинга трубы под воздействием постоянного растягивающего усилия вдоль оси и циклического кручения.
11	Линии скольжения в ПДС. Задача о критическом усилии растяжения полосы с вырезами. Задача об изгибе полосы с вырезом
12	Теоремы пластичности. Задача о критическом усилии растяжения полосы с несимметричными вырезами.
13	Одномерная задача о распространении упруго-пластических волн в стержне.
14	Реологические модели среды. Модели Максвелла и Фойгта. Деформации возникающие в ответ на приложенную историю нагружения. Напряжения возникающие в ответ на приложенную историю деформаций.
15	Трехэлементные реологические модели. Деформации возникающие в ответ на приложенную историю нагружения. Напряжения возникающие в ответ на приложенную историю деформаций.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению практических занятий, заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Качанов Л. М. Основы теории пластичности : учебное пособие для университетов. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Наука, 1969. 420 с.	54
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Горшков А.Г., Старовойтов Э.И., Тарлаковский Д.В. Теория упругости и пластичности : учебник для вузов. М. : Физматлит, 2002. 415 с.	54
2	Москвитин В. В. Циклические нагружения элементов конструкций. Москва : Наука : Физматлит, 1981. 344 с.	2
2.2. Периодические издания		

1	Вестник ПНИПУ. Механика : журнал. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2012 - .	
2	Вычислительная механика сплошных сред : журнал. Пермь : ИМСС УрО РАН, 2008 - .	
3	Известия Российской академии наук. Механика твердого тела : научный журнал. Москва : Наука, 1966 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Москвитин В. В. Циклические нагружения элементов конструкций. Москва : Наука : Физматлит, 1981. URL: https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRP Uelib2624	https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRP Uelib2624	локальная сеть; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Mathematica Professional Version (лиц. L3263-7820*)
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г.

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Мультимедийная учебная аудитория 205 корпус Г: Мультимедийный комплекс, доска аудиторная, ноутбук	1
Практическое занятие	Мультимедийный компьютерный класс 212 корпус Г: Программно-аппаратный комплекс для организации удаленного доступа к вычислительным ресурсам и ПО QForm высокопроизводительного вычислительного комплекса ПГТУ для реализации образовательных программ по ПНР НИУ (Инв.№ 0485074) в составе: Системный блок Aquarius Elt E50 S67, Intel DQ57TML, Intel Core i7-860, Samsung DDR III SDRAM PC3-10600, HDD 750 Gb SATA-II 300 Western Digital, DVD+/-RW Samsung SH-S223C, PCI-512M ATI Radeon HD5670 GDDR3 VGA+DVI+HDMI, Мышь Aquarius Mouse Optical 2 key Scroll, Клавиатура Aquarius Keyboard 104r/l, Монитор Samsung P2350(KUV) - 11 шт, Проектор Beng Projector BP6210 (Инв.№ 0453251), Киноэкран, Доска аудиторная	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе
