

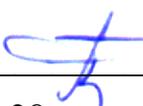
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 28 » апреля 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Прикладные пакеты программ в механике деформируемого
твёрдого тела

(наименование)

Форма обучения: очная

(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: бакалавриат

(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 108 (3)

(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

(код и наименование направления)

Направленность: Математическое моделирование (СУОС)

(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

1.	Приобретение навыков применения прикладных программ для решения задач механики деформируемого твердого тела
2.	Изучение существующих коммерческих пакетов прикладных программ для решения задач МДТТ
3.	Описание и формализация поставленных краевых задач МДТТ в терминах CAD/CAE систем
4.	Получение решений посредством использования коммерческих пакетов и пакетов собственной разработки

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

1.	Механика деформируемого твердого тела
2.	Пакет прикладных программ Ansys
3.	Пакет прикладных программ для решения краевых задач МДТТ собственной разработки
4.	Пакет прикладных программ для анализа поведения представительных объемов поликристаллов собственной разработки
5.	Пакеты для анализа решений краевых задач

1.3. Входные требования

Для изучения данной дисциплины студент должен знать аппарат дифференциальных уравнений, в том числе в частных производных, механику сплошных сред, тензорный анализ, численные методы, обладать навыками программирования и опыт работы в UNIX системах.

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-2.1	ИД-1ПК-2.1	Знание методов решения задач МДТТ	Знает методы и приемы формализации и алгоритмизации поставленных задач, алгоритмы решения типовых задач, синтаксис выбранного языка программирования, особенности программирования на этом языке, стандартные библиотеки языка программирования, технологии программирования, методы и приемы отладки программного кода	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК–2.1	ИД-2ПК-2.1	Умение плучения решений посредством использования коммерческих пакетов и пакетов собственной разработки	Умеет использовать методы и приемы формализации и алгоритмизации задач, применять стандартные алгоритмы, применять выбранные языки программирования для написания программного кода, применять современные компиляторы	Индивидуальное задание
ПК–2.1	ИД-3ПК-2.1	Приобретение навыков применения прикладных программ для решения задач механики деформируемого твердого тела	Владеет навыками составления формализованных описаний решений и разработки алгоритмов, создания программного кода решения поставленных задач в соответствии с требованиями технического задания	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)			
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	50	50	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- 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	СРС
7-й семестр				
Пакет прикладных программ для анализа поведения представительных объемов поликристаллов собственной разработки	0	0	14	15
а. Обзор общей структуры пакета, разделение на уровни, связи уровней б. Файлы конфигурации, параметры расчета, параметры модели в. Задание программы нагружения, в том числе произвольного г. Использование параллельных технологий CPU/GPU для расчетов д. Пакет программ для анализа результатов				
Пакет программ Ansys	0	0	10	11
а. Создание геометрии краевой задачи б. Описание граничных условий в. Конечно-элементное разбиение, в том числе адаптивное г. Проведение расчетов, в том числе с применением параллельных технологий д. Анализ полученных результатов				
Пакет программ Abaqus	0	0	10	11
а. Создание геометрии краевой задачи б. Описание граничных условий в. Конечно-элементное разбиение, в том числе адаптивное г. Проведение расчетов, в том числе с применением параллельных технологий д. Анализ полученных результатов				
Пакет прикладных программ для решения краевых задач МДТТ собственной разработки	0	0	16	17
а. Обзор общей структуры пакета, разделение на уровни, связи уровней б. Файлы конфигурации, параметры расчета, параметры модели в. Создание геометрии краевой задачи посредством Ansys/LS-PrePost г. Разбиение на конечные элементы д. Введение краевых условий на перемещения и температуру е. Проведение расчетов с применением параллельных технологий OpenMP/CUDA ж. Анализ получаемых расчетов с помощью Ansys/ParaView/LS-PrePost				
ИТОГО по 7-му семестру	0	0	50	54
ИТОГО по дисциплине	0	0	50	54

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Обзор общей структуры пакета прикладных программ для решения краевых задач МДТТ собственной разработки, разделение на уровни, связи уровней
2	Обзор общей структуры пакета прикладных программ для анализа поведения представительных объемов поликристаллов, разделение на уровни, связи уровней
3	Файлы конфигурации, параметры расчета, параметры модели. Задание программы нагружения, в том числе произвольного
4	Использование параллельных технологий CPU, GPU для расчетов
5	Пакет программ для анализа результатов
6	Создание геометрии краевой задачи и описание граничных условий в Ansys
7	Конечно-элементное разбиение, в том числе адаптивное в Ansys
8	Проведение расчетов, в том числе с применением параллельных технологий и анализ полученных результатов
9	Обзор общей структуры пакета прикладных программ для решения краевых задач МДТТ собственной разработки, разделение на уровни, связи уровней
10	Создание геометрии краевой задачи посредством Ansys, LS-PrePost, файлы конфигурации, параметры расчета, параметры модели
11	Анализ получаемых расчетов с помощью Ansys, ParaView, LS-PrePost

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 отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным 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	Каплун А. Б. ANSYS в руках инженера : практическое руководство / А. Б. Каплун, Е. М. Морозов, М. А. Олферьева. - Москва: УРСС, 2004.	26
2	Каплун А. Б. ANSYS в руках инженера: Практическое руководство : [учебное пособие] / А. Б. Каплун, Е. М. Морозов, М. А. Олферьева. - Москва: Либроком, 2015.	6
3	Основы работы в ANSYS 17 / Н. Н. Федорова [и др.]. - Москва: ДМК Пресс, 2017.	2
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Басов К. А. ANSYS : справочник пользователя / К. А. Басов. - Москва: ДМК Пресс, 2018.	5
2	Сегерлинд Л. Д. Применение метода конечных элементов : пер. с англ. / Л. Д. Сегерлинд. - Москва: Мир, 1979.	12
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
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	ANSYS в руках инженера: Практическое руководство	https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks177974	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Введение в математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. Н. Ашихмин [и др.]. - Москва: Логос, 2004.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2392	локальная сеть; авторизованный доступ
Основная литература	Метод конечных элементов в расчете сооружений. Теория, алгоритм, примеры расчетов в программном комплексе SIMULIA Abaqus	http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks184379	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	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	ANSYS (лиц. 1062978)
Среды разработки, тестирования и отладки	Microsoft Visual Studio (подп. Azure Dev Tools for Teaching)

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/
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
Практическое занятие	Ноутбук	1
Практическое занятие	Персональный компьютер	12
Практическое занятие	Проектор	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Пакеты прикладных программ в механике деформируемого твердого тела»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	01.03.02 Прикладная математика и информатика
Направленность (профиль) образовательной программы:	Информационные технологии и системная инженерия
Квалификация выпускника:	«Бакалавр»
Выпускающая кафедра:	Математическое моделирование систем и процессов
Форма обучения:	Очная

Курс: 4

Семестр: 7

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 3 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:
108 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Зачёт: 7 семестр

Пермь 2023

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД, освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (7-го семестра учебного плана) и представлено одним учебным модулем. В модуле предусмотрены аудиторские практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках рубежного и итогового контроля при сдаче отчетов по лабораторным работам и выполнения индивидуального задания зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий		Рубежный		Итоговый Зачёт
	С	ТО	ОЛР	Т/КР	
Знания					
З.1 знать методы решения задач МДТТ			ОЛР1 ОЛР2 ОЛР3 ОЛР4		КЗ
Умения					
У.1 уметь получать решения посредством использования коммерческих пакетов и пакетов собственной разработки			ОЛР1 ОЛР2 ОЛР3 ОЛР4		КЗ
Владения					
В.1 владеть навыками применения прикладных программ для решения задач МДТТ			ОЛР1 ОЛР2 ОЛР3 ОЛР4		КЗ

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание дифференцированного зачета.

Итоговой оценкой достижения (результатов обучения по дисциплине)

является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимая с учётом результатов рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения раздела дисциплины, а итоговый – во время промежуточной аттестации.

2.1. Текущий контроль

Не предусмотрен.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ (после изучения каждого раздела учебной дисциплины).

2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 4 лабораторных работы. Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

Типовые темы лабораторных работ:

1. С использованием пакета прикладных программ собственной разработки произвести моделирование поведения представительного объема упруговязкопластического поликристалла при реализации заданной истории нагружения.
2. С использованием пакета прикладных программ Ansys получить и проанализировать решение начально-краевой задачи механического деформирования твердого тела.
3. С использованием пакета прикладных программ Abaqus получить и проанализировать решение начально-краевой задачи механического деформирования твердого тела.
4. С использованием пакета прикладных программ собственной разработки получить и проанализировать решение начально-краевой задачи механического деформирования твердого тела.

2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное комплексное задание студенту.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам

рубежного контроля. Условием допуска является успешная сдача всех лабораторных работ.

2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах сдачи отчетов по лабораторным работам студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.4.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания в виде индивидуального задания.

2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине

Типовые индивидуальные задания для контроля усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений:

1. С использованием интегрированных программных средств Ansys построить конечно-элементную модель неупруго деформируемого образца, находящегося под действием заданных нагрузок.
2. Решить задачу неупругого деформирования твердого тела в среде Abaqus и провести анализ эволюции реализуемых в результате полей напряженного и деформированного состояний с помощью постпроцессора ParaView.
3. С использованием пакета прикладных программ собственной разработки решить задачу неупругого деформирования поликристаллического тела. Выгрузить историю градиента скорости в заданной материальной точке и провести по ней нагружение статистической модели соответствующего представительного объема поликристалла.

2.4.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.