

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



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе


_____ Н.В.Лобов

« 16 » декабря 20 19 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Численное моделирование нелинейных и быстропротекающих процессов
_____ (наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: _____ 180 (5)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: _____ 15.04.03 Прикладная механика
(код и наименование направления)

Направленность: _____ Динамика и прочность машин, конструкций и механизмов
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Сформировать компетенции численного моделирования в специализированных пакетах прикладных программ технологических процессов обработки металлов, динамических и быстропротекающих процессов в деформируемых твердых телах, использованием численных моделей в качестве инструмента для изучения и оптимизации параметров данных процессов.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- численные конечноэлементные модели задач механики нелинейного динамического деформирования твердых тел;
- специализированные пакеты прикладных программ LS-DYNA и QFORM для моделирования нелинейных и быстропротекающих процессов;
- технологические процессы обработки металлов (ковка, штамповка, волочение, резание, фрезерование и т.д.), ударно-волновые процессы.

1.3. Входные требования

Теория упругости, теория пластичности и ползучести, динамика конструкций, вычислительная механика, системы автоматического проектирования

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-1.2	ИД-1ПК-1.2	Знает особенности постановок задач в терминах современных пакетов прикладных программ, реализующих метод конечных элементов в сочетании с явной схемой интегрирования по времени, предназначенных для расчета нелинейных и быстропротекающих процессов в деформируемых твердых телах.	Знает современные и эффективные численные методы, алгоритмические языки, пакеты прикладных программ, средств представления результатов для численного решения задач механики;	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.2	ИД-2ПК-1.2	Умеет решать задачи расчета нелинейных и быстропротекающих процессов в деформируемых твердых телах в терминах специализированных пакетов прикладных программ, анализировать результаты расчетов.	Умеет осуществлять численное решение задачи механики с использованием современных эффективных методов и средств, в том числе численных методов, алгоритмических языков, пакетов прикладных программ, средств представления результатов, выполнять качественный анализ результатов расчета;	Дифференцированный зачет
ПК-1.2	ИД-3ПК-1.2	Владеет навыками расчета нелинейных и быстропротекающих процессов в деформируемых твердых телах в терминах специализированных пакетов прикладных программ, моделирующих технологические процессы обработки металлов, анализировать результаты расчетов и оптимизировать параметры технологических процессов.	Владеет навыками численного решения задач механики с использованием современных эффективных методов и средств, а также выполнять качественный анализ результатов расчета.	Защита лабораторной работы

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		2	3
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	72	36	36
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	9	7
- лабораторные работы (ЛР)	52	25	27
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	2	2
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	108	36	72
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9		9
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)	18		18
Общая трудоемкость дисциплины	180	72	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
2-й семестр				
Моделирование процессов ОМД	2	4	0	9
1. Структура программы QForm. 2. Панели инструментов. 3. Подготовка 2D геометрических объектов				
Описание программы QForm	3	7	0	9
1. Возможности программы. 2. Формирование баз данных материалов. 3. Создание нестандартного оборудования для ударной обработки материалов. 4. Отображение, вывод и печать информации.				
Моделирование НДС инструмента и заготовки	2	7	0	9
1. Импорт- экспорт графических файлов. 2. Расчёт НДС инструмента.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Моделирование технологических быстропротекающих процессов ОМД.	2	7	0	9
1. Моделирование технологических быстропротекающих процессов ОМД. 2. Моделирование повторяющихся ударных процессов. 3. Моделирование 2-х и 3-х стадийных процессов.				
ИТОГО по 2-му семестру	9	25	0	36
3-й семестр				
Вводные сведения	1	2	0	6
1. Области применения LS-DYNA, матричное уравнение движения и методы разрешения, литература, системы единиц измерения				
Структура и ключевые слова	2	7	0	16
2. Синтаксис ключевых слов, группировка по видам				
Диаграмма предельных деформаций	1	7	0	20
3. Моделирование листовой формовки 4. Анизотропия листового металла 5. Диаграмма предельных деформаций (FLD), оценка предельной деформации, численное построение FLD из МКЭ punch-тестов				
Материал пользователя	1	7	0	16
6. Создание нового материала (UMAT), примеры UMAT				
Верификация материалов пользователя	1	2	0	4
7. Простейшие верификационные модели: линейно-упругий, степенной упруго-пластический				
Динамические и быстропротекающие процессы	1	2	0	10
8. Волны в упругих средах, пробивание упруго-пластической преграды, уравнения состояния				
ИТОГО по 3-му семестру	7	27	0	72
ИТОГО по дисциплине	16	52	0	108

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Изучение возможностей программы QForm
2	Создание баз данных материалов и нестандартного оборудования
3	Моделирование ударных быстртекущих процессов ОМД
4	Моделирование 2-х и 3-х стадийных технологических процессов

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
5	Простейшие примеры расчётных файлов: пружинный маятник с демпфером, плоский математический маятник, падение кубика на пластинку, крутильный маятник
6	Моделирование листовой формовки изотропных и анизотропных материалов
7	Экспериментальное и численное построение диаграмм предельных деформаций (FLD)
8	Пользовательский материал (UMAT) и его верификация
9	Моделирование быстропротекающих динамические процессов: пробивание преград, прошивка, штамповка взрывом, влияние сейсмической нагрузки на устойчивость сооружений

Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Ударные процессы при штамповке в пневмомолотах
2	Оптимизация форм-фактора образцов при осадке
3	Моделирование процесса штамповки с использованием гиперупругих материалов
4	Моделирование процесса пластической деформации металлического образца с использованием копра
5	Оптимизация форм-фактора образцов при испытании на усталость

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой 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 установления связей с ранее освоенным материалом.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции и групповые дискуссии.

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 лабораторным работам и самостоятельной работе.
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	Т. 1. - Москва: , Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. - (Теория и расчеты процессов обработки металлов давлением : учебное пособие для вузов : в 2 т.; Т. 1).	5
2	Т. 2. - Москва: , Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. - (Теория и расчеты процессов обработки металлов давлением : учебное пособие для вузов : в 2 т.; Т. 2).	5
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Буланов Э. А. Механика. Вводный курс : учебное пособие для вузов / Э. А. Буланов, В. Н. Шинкин. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2011.	68
2	Инерционные нагрузки. Колебания и ударные нагрузки. Выносливость. Устойчивость. - Москва: , Машгиз, 1959. - (Расчеты на прочность в машиностроении : в 3 т.; Т. 3).	5
3	Попов Н. Н. Расчёт конструкций на динамические и специальные нагрузки : учебное пособие для вузов / Н. Н. Попов, Б. С. Расторгуев, А. В. Забегаев. - Москва: Высш. шк., 1992.	6
2.2. Периодические издания		
1	Деформация и разрушение материалов : научно-технический и производственный журнал / Наука и технологии. - Москва: Наука и технологии, 2004 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
1	Золоторевский В. С. Механические свойства металлов : учебник для вузов / В. С. Золоторевский. - Москва: Изд-во МИСиС, 1998.	34

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Илюшкин М.В. Моделирование процессов обработки металлов давлением в программе ANSYS/LS-DYNA (осадка цилиндрической заготовки). Учебно-методическое пособие / М.В. Илюшкин – Ульяновск: УлГУ, 2013 – 112 с.	http://tzshp.ru/LSDYNA_book_metalforming.pdf	сеть Интернет; свободный доступ
Дополнительная литература	Казанцев А.В. Основы LS-DYNA. Диаграмма предельных деформаций (FLD). Создание и верификация моделей поведения материалов. Пермь: 2018. 97 с.	http://dpm.pstu.ru/images/R/%D0%9D%D0%98%D0%A0_%D0%9E%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1%8B_LS-DYNA_v1.1.pdf	сеть Интернет; свободный доступ

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

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.02.2022)
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	LS-DYNA (Лицензия PSTU-1353)
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	QForm2D/3Dx32, x64, (Лиц. № 081209-2)

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/

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	http://www.diss.rsl.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовая работа	Персональные компьютеры	10
Лабораторная работа	Парты, стол преподавателя, доска, сервер, локальная сеть, компьютер преподавателя, проектор, экран, сеть Internet	1
Лабораторная работа	Персональные компьютеры	10
Лекция	Парты, стол преподавателя, доска, сервер, локальная сеть, компьютер преподавателя, проектор, экран, сеть Internet	1
Лекция	Персональные компьютеры	10

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе
