

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

« 24 » марта 20 21 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Программные системы инженерного анализа
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: 144 (4)
(часы (ЗЕ))

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

Направленность: Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины: формирование комплекса знаний, умений и навыков в области использования программных систем инженерного анализа, умений эффективного использования программных комплексов для моделирования термомеханического поведения физически нелинейных объектов, ознакомление с основными факторами, влияющими на устойчивость и достоверность решения указанного класса задач.

Задачи:

формирование знаний

- основных видов нелинейного поведения деформируемых твердых тел в Ansys;
- средств реализации нелинейных физических моделей в программной системе инженерного анализа Ansys Mechanical APDL;
- параметров и критериев оценки сходимости в итерационной процедуре численного решения нелинейных задач;

формирование умений:

- проводить расчёты на прочность, с учётом особенностей конструкции и условий её эксплуатации;
- проводить оценку напряженно-деформированного состояния конструкций с использованием современных наукоемких технологий;
- применять современные прикладные программные комплексы при анализе напряженно-деформируемого состояния конструкций;

формирование навыков:

- владения современными программными комплексами и методами для проведения анализа и оценки прочности конструкций;
- владения компьютерными технологиями для мультидисциплинарного анализа при решении сложных научно-технических задач.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- факторы, влияющие на неупругое поведение материалов;
- модели неупругого поведения материалов в Ansys;
- технологические процессы производства изделий из металлов и полимеров, в том числе с переменной температурой;
- параметры настройки численного решения физически нелинейных, в том числе нестационарных краевых задач в Ansys

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
-------------	-------------------	---	--	-----------------

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	Знать виды механического разрушения.	Знает современные и эффективные численные методы, алгоритмические языки, пакеты прикладных программ, средств представления результатов для численного решения задач механики;	Курсовая работа
ПК-1.2	ИД-2ПК-1.2	Уметь применять современные прикладные программные комплексы при анализе напряженно-деформируемого состояния конструкций.	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;	Расчетно-графическая работа
ПК-1.2	ИД-3ПК-1.2	Владеть компьютерными технологиями для мультидисциплинарного анализа при решении сложных научно-технических задач.	Владеет навыками численного решения задач механики с использованием современных эффективных методов и средств, а также выполнять качественный анализ результатов расчета.	Расчетно-графическая работа
ПК-1.6	ИД-1ПК-1.6	Знать современные методы испытания материалов на прочность.	Знает современные методы проектирования, конструирования и проведения прочностных расчетов напряженно-деформированного состояния конструкций;	Контрольная работа
ПК-1.6	ИД-2ПК-1.6	Уметь проводить расчёты на прочность, с учётом особенностей конструкции и условий её эксплуатации	Умеет самостоятельно осуществлять проектирование, конструирование и проведение прочностных расчетов различных объектов, в том числе авиационных конструкций, летательных и ракетно-космических аппаратов и систем, объектов в области	Расчетно-графическая работа

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			машиностроения и автомобилестроения;	
ПК-1.6	ИД-ЗПК-1.6	Владеть современными программными комплексами и методами для проведения анализа и оценки прочности конструкций	Владеет навыками самостоятельного проектирования, конструирования и проведения прочностных расчетов различных объектов, в том числе авиационных конструкций, летательных и ракетно-космических аппаратов и систем, объектов в области машиностроения и автомобилестроения.	Расчетно-графическая работа

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	46	46	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	8	8	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	34	34	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	98	98	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

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
1-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Модели пластичности	4	0	17	49
<p>Деформационная теория пластичности.</p> <p>Тема 1. Деформационная теория пластичности. Деформационная теория пластичности, критерий перехода в пластическое состояние, описание закритического поведения материала. Би- и мультилинейная изотропные модели (BISO, MISO). Би- и мультилинейная кинематические модели (BKIN, MKIN). Учет температурной зависимости материальных констант. Команды APDL для построения термоупругопластических моделей: TB, TBDATA, TBTEMP, TBPT.</p> <p>Тема 2. Модели пластичности по теории течения. Сравнительный анализ феноменологических подходов к формированию теорий деформационной и течения. Реологическое поведение металлов при повышенных температурах. Группа физических моделей Стер (ползучесть) в Ansys Mechanical APDL: деформационного упрочнения, временного упрочнения, обобщенная экспоненциальная, обобщенная Грэхема, обобщенная Блекборна, временного упрочнения модифицированная, деформационного упрочнения модифицированная, Гарофало, экспоненциальная, Нортон, временного упрочнения комбинированная, рационально-полиномиальная, временного упрочнения обобщенная. Модель Ананд. Комбинирование моделей пластичности и ползучести в одном материале.</p>				
Модели вязкоупругости	4	0	17	49
<p>Тема 3. Модель линейной вязкоупругости. Сравнительный анализ вязкоупругого поведения материала и ползучести. Интегральная форма записи определяющих соотношений, свертка Стилтеса, обобщенная кривая и спектр времен релаксации. Экспоненциальная форма записи функции релаксации. Модель Прони для ядра в виде суммы экспонент. Функции объемной и сдвиговой релаксации.</p> <p>Тема 4. Учет температурного воздействия и больших деформаций. Смещение времен релаксации при нагреве и охлаждении. Гипотеза о термореологически простом поведении материала. Реализация в Ansys температурно-временного сдвига. Модели коэффициента ТВС: Вильямса-Ланделла-Ферри и Тула-Нараянасвами. Особенности формирования термовязкоупругих определяющих соотношений для задач с большими деформациями и перемещениями.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
ИТОГО по 1-му семестру	8	0	34	98
ИТОГО по дисциплине	8	0	34	98

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Осадка пластичной металлической заготовки в условиях прилипания к штампу, билинейная упругопластическая модель
2	Осадка пластичной металлической заготовки в условиях прилипания к штампу, мультилинейная упругопластическая модель
3	Осадка пластичной металлической заготовки, мультилинейная упругопластическая модель с учетом Кулоновского контакта
4	Осадка пластичной металлической заготовки, мультилинейная упругопластическая модель с учетом Кулоновского контакта и температурной зависимости свойств, постоянная температура
5	Осадка пластичной металлической заготовки, мультилинейная упругопластическая модель с учетом Кулоновского контакта и температурной зависимости свойств, включающая решение нестационарной задачи теплопроводности (совместная задача)
6	Осадка пластичной металлической заготовки, мультилинейная упругопластическая модель с учетом Кулоновского контакта и температурной зависимости свойств, включающая решение нестационарной задачи теплопроводности (совместная задача)
7	Использование модели Anand для моделирования процесса экструзии (волочения) осесимметричной заготовки
8	Изучение влияния термовязкоупругих параметров элементов защитно-упрочняющего покрытия оптического волокна на его поляризацию в условиях циклического изменения температуры в эксплуатационном диапазоне.
9	Использование моделей Creep и Anand для моделирования формирования остаточных напряжений в навигационном оптоволокне типа «Панда» при остывании от температуры размягчения

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.

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, 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	Методы прикладной вязкоупругости / А. А. Адамов [и др.]. - Екатеринбург: УрО РАН, 2003.	38
2	Упруго-пластические деформации / Авт. предислов. Е.И. Шемякина [и др.]. - Москва: , Логос, 2004. - (Пластичность; Ч. 1).	13
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Горшков А.Г. Теория упругости и пластичности : учебник для вузов / А.Г. Горшков, Э.И. Старовойтов, Д.В. Тарлаковский. - М.: Физматлит, 2002.	55
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	ansyshelp	https://ansyshelp.ansys.com/account/secured?returnurl=/Views/Secured/corp/v192/ans_mat/Mp8sq16cldm.html	сеть Интернет; свободный доступ
Основная литература	Упруго-пластические деформации / Авт. предислов. Е.И. Шемякина [и др.]. - Москва: Логос, 2004. - (Пластичность; Ч. 1).	https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2427	сеть Интернет; 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
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	ANSYS (лиц. 444632 ЦВВС)
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	ANSYS (лиц. 1062978)

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/

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
Лекция	Мультимедиа проектор, ноутбук	1
Практическое занятие	Персональный компьютер	10

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе
