

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

« 03 » февраля 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: _____ Расчетные программные комплексы
(наименование)

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

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

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

Направление подготовки: _____ 08.04.01 Строительство
(код и наименование направления)

Направленность: _____ Компьютерные технологии в проектировании и оценке
безопасности зданий и сооружений
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цели: подготовка в области моделирования строительных конструкций зданий и сооружений различного назначения в соответствии с нормами проектирования, стандартами, справочниками на основе математических и компьютерных моделей, реализованных в специализированных САЕ-системах, углубление и расширение знаний, умений и навыков в данном направлении.
Задачи: формирование знаний основных направлений и методов применения систем математического и компьютерного моделирования и средств численного анализа для производства работ по инженерно-техническому проектированию; формирование умений использования современных расчетных программных комплексов для проведения численного анализа в рамках производства работ по инженерно-техническому проектированию; формирование навыков владения способностью самостоятельной постановки и реализации вычислительных экспериментов для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Методы построения виртуальных аналогов промышленных и гражданских здания и сооружений, объектов городской инфраструктуры, специальных сооружений и частей их конструкции; программный пакет ANSYS Mechanical APDL

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-5.3	ИД-1ПК-5.3	Знает возможности САЕ-систем в области визуализации технических объектов и строительных конструкций; классификацию и свойства элементов твердотельных моделей в системах конечно-элементного анализа	Знает системы и методы проектирования; методы математического и компьютерного моделирования и средства численного анализа для производства работ по инженерно-техническому проектированию	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-5.3	ИД-2ПК-5.3	Умеет интерпретировать теоретические данные о конструкции, необходимые для верифицированного выбора типов элементов и их опций для решения краевых задач; создавать виртуальные аналоги строительных объектов с использованием систем визуального программирования; создавать и регулировать параметры дискретного аналога в ANSYS Mechanical APDL; осуществлять нагружение рассматриваемого объекта, проводить расчет с применением встроенных численных алгоритмов и анализировать его результаты	Умеет находить, анализировать и исследовать информацию, необходимую для моделирования и расчетного анализа для инженерно-технического проектирования строительных объектов; определять параметры имитационного информационного моделирования, численного анализа для производства работ по инженерно-техническому проектированию;	Индивидуальное задание
ПК-5.3	ИД-3ПК-5.3	Владеет практическими приемами приемами математического и компьютерного моделирования виртуальных визуальных аналогов реальных технических объектов, процессов и явлений; навыками применения встроенного языка APDL для проведения вычислительных экспериментов и обработки и интерпретации их результатов в CAE-системе ANSYS; методами тестирования и отладки разрабатываемых программных продуктов и модулей в прикладных программных пакетах	Владеет навыками постановки и реализации вычислительных экспериментов по заданным методикам, моделирования расчетных схем, действующих нагрузок, иные свойства элементов проектируемого объекта, разработки моделей процессов, явлений и объектов, оценки и интерпретации результатов исследований, способен использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности	Индивидуальное задание

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:	45	45	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	9	9	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	32	32	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	99	99	
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	
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
1. Создание виртуальных твердотельных аналогов в специализированных САЕ-системах.	4	0	12	45
<p>Тема 1. Классификация программных продуктов для компьютерного проектирования и анализа, их совместимость и взаимодействие, графические возможности. Твердотельное моделирование и конечно-элементный анализ. Режимы работы в программном комплексе. Интерфейс пользователя, методы ввода инструкций. Использование документации (справки).</p> <p>Тема 2. Создание и визуализация геометрии в ANSYS Mechanical APDL.</p> <p>Состав программной группы и функции рабочих файлов. Основные группы и типы файлов. Основы языка APDL. Команды ввода-вывода. Массивы и таблицы данных, создание, размерность, типы, заполнение, чтение и запись в файлы, визуализация данных. Стадии построения модели. Структура программы на ADPL. Системы координат: глобальная, локальные, активная, СК рабочего поля, дисплейная, постпроцессорная. Системы координат узлов и элементов. Создание и изменение локальных СК. Настройка, изменение положения и ориентации рабочего поля. Построение геометрии методом «снизу-вверх». Иерархия геометрических объектов. Основные команды создания, удаления, модификации и выделения ключевых точек, линий, областей, объемов. Булевы операции: объединение, исключение, разделение над геометрическими объектами.</p>				
Раздел 2. Построение и расчет дискретного аналога для задач механики деформируемого твердого тела в ANSYS Mechanical APDL	5	0	20	54
<p>Тема 3. Генерация дискретного аналога твердотельного объекта</p> <p>Атрибуты элементов: тип, материал, геометрические характеристики, система координат. Назначение и изменение атрибутов. Установка параметров сетки: форма элементов, выбор размера, параметры автоматического сгущения. Особенности регулярного разбиения, конкатенация линий и областей. Команды нанесения плоской и объемных сеток, проверки качества и модификации.</p> <p>Тема 4. Нагружение и расчет дискретного аналога твердотельного объекта</p> <p>Способы приложения сосредоточенных и распределенных нагрузок. Команды создания и изменения граничных условий. Понятие о шагах нагружения (Load Steps) и подшагах нагружения</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
(Substeps). Выбор параметров решателя. Визуализация процесса расчета. Сходимость численного решения. Тема 5. Использование нелинейных моделей материалов конструкций. Изотропная билинейная (BISO) и кинематическая билинейная (BKIN) модели. Мультилинейные законы пластического деформирования MISO, MKIN. Модель разрушения бетона (CONCRETE), модель Друкера-Прагера. Технология армирования (Reinforcing). Допущения и варианты армирования: дискретный и распределенный. Тема 6. Анализ результатов численного расчета. Построение изолиний распределения неизвестных. Распределение неизвестных вдоль произвольной кривой на геометрии. Создание аннотаций. Элементные таблицы данных, эпюры. Графики. Автоматизированный сбор, сортировка и анализ узловых неизвестных. Тема 7. Технология субмоделирования. Этапы построения субмодели. Выявление проблемных локальных зон конструкции. Связь между обобщенной моделью и субмоделью. Граница интерполяции. Верификация субмодели.				
ИТОГО по 1-му семестру	9	0	32	99
ИТОГО по дисциплине	9	0	32	99

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Работа с документацией, поиск и анализ информации.
2	Построение конструкции на плоскости в интерактивном режиме.
3	Построение оболочки в пространстве (создание объектов в цилиндрической и эллиптической криволинейных системах координат. Перенос систем координат).
4	Применение языка APDL для сбора, обработки, анализа и экспорта данных.
5	Построение оболочек вращения с применением сплайнов и булевых операций.
6	Расчет плоских аналогов балочных конструкций и ферм (нагружение, построение и анализ эпюр)
7	Создание пространственной твердотельной конструкции с переносом рабочего поля и использованием булевых операций.
8	Нанесение плоской и пространственной конечно-элементной сетки.
9	Расчет напряженно-деформированного состояния многоэтажного здания (экструдирование, копирование элементов конструкции, учёт собственного веса)
10	Субмоделирование сложной конструкции (оболочечные и объемные элементы).

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
11	Моделирование бетонной плиты с учетом физической нелинейности материалов.
12	Моделирование системы «грунт-фундамент-здание».

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, 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, лабораторным работам 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	Басов К. А. ANSYS для конструкторов / К. А. Басов. - М.: ДМК Пресс, 2009.	5

2	Шингель Л. П. Системы автоматизированного проектирования. Решение задач прочностного анализа с использованием пакета программ ANSYS 12.1 : учебно-методическое пособие / Л. П. Шингель. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2015.	25
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Бартоломей М. Л. Численная реализация решения упругохрупких задач строительной механики в пакете ANSYS / М. Л. Бартоломей, А. А. Каменских, А. П. Шестаков. - Пермь: Издательство ПНИПУ, 2017.	5
2	Каменских А. А. Реализация решения задач механики контактного взаимодействия в прикладном пакете ANSYS : учебное пособие / А. А. Каменских, М. Л. Бартоломей. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2017.	5
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	Бартоломей М. Л. Численная реализация решения упругохрупких задач строительной механики в пакете ANSYS / М. Л. Бартоломей, А. А. Каменских, А. П. Шестаков. - Пермь: Издательство ПНИПУ, 2017.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib4339	локальная сеть; свободный доступ
Дополнительная литература	Каменских А. А. Реализация решения задач механики контактного взаимодействия в прикладном пакете ANSYS : учебное пособие / А. А. Каменских, М. Л. Бартоломей. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2017.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3967	локальная сеть; 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 8.1 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
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)

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/
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	Компьютер, проектор, экран	1
Практическое занятие	Компьютер	8

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе
