

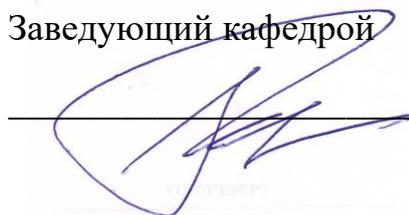
МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Институт прикладной математики и компьютерных наук
Кафедра вычислительной механики и математики

Утверждено на заседании кафедры
«Вычислительная механика и математика»
«26» января 2023 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой



В.В. Глаголев

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

" Программные комплексы механики сплошной среды "

основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы бакалавриата

по направлению подготовки

01.03.03 Механика и математическое моделирование

с направленностью (профилем)

Механика деформируемого твердого тела

Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 010303-01-23

Тула 2023 год

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ
рабочей программы дисциплины**

Разработчик(и):

Глаголев В.В. зав. каф., д.ф-м.н., проф.
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

1 Цель и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является: обеспечение подготовки квалифицированных, конкурентоспособных специалистов в области научно-исследовательской и научно-изыскательской деятельности, использующих математические методы и компьютерные технологии решения различных задач с использованием математических моделей процессов и объектов. При освоении дисциплины вырабатывается культура работы со специализированным программным обеспечением: умение работы с информационными ресурсами, создание представления о новых информационных технологиях конечно-элементного моделирования. Получаемые знания лежат в основе образования механика и необходимы для понимания и освоения всех курсов, связанных с решением задач механики сплошной среды.

Задачами освоения дисциплины являются:

- выработка у студентов твердых навыков работы по применению современных методов математического и компьютерного моделирования на примере программного комплекса Ansys;
- понимание построения конечно-элементной модели;
- умение работать со специальной и справочной литературой.

2 Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к части основной профессиональной образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы.

Дисциплина изучается в 6 семестре.

3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (формируемыми компетенциями) и индикаторами их достижения, установленными в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- 1) Современные методы проведения расчетов напряженно-деформированного состояния конструкций, включая метод конечных элементов (код компетенции – ПК-2, код индикатора – ПК-2.1).

Уметь:

- 1) Работать в пакетах прикладных программ конечно-элементного анализа (код компетенции – ПК-2, код индикатора – ПК-2.2).

Владеть:

- 1) Разработкой конечно-элементных моделей (код компетенции – ПК-2, код индикатора – ПК-2.3).

Полные наименования компетенций и индикаторов их достижения представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

4 Объем и содержание дисциплины

4.1 Объем дисциплины, объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины, формы промежуточной аттестации по дисциплине

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения*										
6	ДЗ	5	180	32		32			0,25	115,75
Итого	–	5	180	32		32			0,25	115,75

Условные сокращения: Э – экзамен, ЗЧ – зачет, ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой), КП – защита курсового проекта, КР – защита курсовой работы.

4.2 Содержание лекционных занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
6 семестр	
1	1. Основные положения метода конечного элемента 1.1. Введение в конечно-элементное моделирование. Аппроксимация и типы элементов. Обзор программных комплексов конечно-элементного моделирования. Основные принципы построения расчетной модели. 1.2. Построение геометрической модели и планирование способа решения задачи. Генерация модели, последовательность шагов при построении модели, твердотельное моделирование и прямая генерация, выбор типа модели, линейные элементы и элементы высокого порядка, ограничение при соединении элементов разных типов, использование преимуществ симметрии.
2	2. Твердотельное моделирование в программном комплексе Ansys 2.1. Координатные системы и рабочая плоскость. Глобальные и локальные системы координат, система координат отображения информации, система узловых координат, система координат элемента, понятие рабочей плоскости и ее создание. 2.2. Обзор процедур твердотельного моделирования, создание твердотельной модели “снизу-вверх” через ключевые точки, линии, поверхности, объемы и “сверху-вниз” через геометрические примитивы и примитивы поверхностей. 2.3. Построение модели с помощью булевых операций, коррекция объектов после булевых операций. 2.4. Задание граничных условий нагрузки на твердотельную модель, расчеты массовых и инерционных характеристик.

№ п/п	Темы лекционных занятий
3	3. Построение сетки конечных элементов 3.1. Произвольная и упорядоченная сетки, задание атрибутов для элементов, форма конечных элементов, размер элемента для произвольной сетки, размеры по умолчанию для упорядоченной сетки. 3.2. Локальные и внутренние средства построения сетки, создание произвольной и упорядоченной сетки, очистка и удаление сетки для модификации геометрии. 3.3. Генерация сетки, проверка формы элементов, перестроение сеточной модели, локальное измельчение сетки. 3.4. Измельчение поверхностной сетки, передача атрибутов и нагрузок при измельчении сетки, выравнивание узлов, отслеживание ориентации элементов и нагрузок.
4	4. Прямое генерирование модели 4.1. Метод прямого генерирования, способы задания узлов, просмотр и удаление узлов, перемещение узлов, вращение узловой системы координат. 4.2. Установка атрибутов элемента, задание элементов, просмотр и удаление элементов, модификация элементов.
5	5. Линейный статический прочностной анализ 5.1. Постановка линейной задачи теории упругости в ANSYS. 5.2.Связывание степеней свободы, задание условий-ограничений
6	6. Нелинейный статический прочностной анализ 6.1. Геометрическая и физическая нелинейность. Варианты задания в комплексе ANSYS. Шаг нагружения, шаг решения, опции шага нагружения. 6.2. Моделирование нелинейных свойств материала в комплексе ANSYS.
7	7. Представление результатов решения 7.1. Отображение результатов расчета. Постпроцессор общего назначения (POST 1) 7.2 Постпроцессор истории нагружения (POST 26).

4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

4.4 Содержание лабораторных работ

Очная форма обучения

№ п/п	Наименования лабораторных работ
6 семестр	
1	Твердотельное моделирование. Создание твердотельной модели “снизу-вверх”, ключевые точки, линии, поверхности, объемы операции буксировки.
2	Твердотельное моделирование. Создание твердотельной модели “сверху-вниз”, геометрические примитивы, примитивы поверхностей, построение объемных примитивов.
3	Построение модели с помощью булевых операций. Пересечение объектов, суммирование объектов, разделение объектов на части, “склеивание” объектов, альтернативы булевым операциям, коррекция объектов после булевых операций.
4	Нагрузки твердотельной модели. Расчеты массовых и инерционных характеристик.
5	Задание атрибутов для элементов. Таблицы атрибутов. Присвоение атрибутов перед построением сетки.

№ п/п	Наименования лабораторных работ
6	Построение сетки конечных элементов. Произвольная и упорядоченная сетки. Управление построением сетки. Изменение сетки. Локальное измельчение элементов сетки.
7	Решение статической линейной задачи теории упругости. Постпроцессорная обработка результатов решения.
8	Решение статической упругопластической задачи. Постпроцессорная обработка результатов решения.

4.5 Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося

Очная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
6 семестр	
1	Подготовка к лекционным занятиям
2	Подготовка к лабораторным работам
3	Подготовка к текущему контролю успеваемости
4	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося

Очная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося		Максимальное количество баллов	
6 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	8
		Выполнение лабораторной работы №...1	5
		Выполнение лабораторной работы №...2	6
		Выполнение лабораторной работы №...3	5
		Выполнение лабораторной работы №...4	6
	Итого		30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	8
		Выполнение лабораторной работы №...5	4
		Выполнение лабораторной работы №...6	4
		Выполнение лабораторной работы №...7	4
		Выполнение лабораторной работы №...8	10
	Итого		30

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося		Максимальное количество баллов
Промежуточная аттестация	Дифференцированный зачет	40 (100*)

* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

Шкала соответствия оценок в стобальной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Академическая система оценивания (зачет)	Не зачтено	Зачтено		

6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине требуется:

- Для проведения лекционных занятий требуется учебная аудитория, оборудованная меловой доской;
- Для проведения лабораторных работ компьютерный класс;
- Рабочее место преподавателя должно быть оснащено ПК или ноутбуком.

7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

7.1 Основная литература

1. Трушин С.И. Метод конечных элементов. Теория и задачи : учеб. пособие для вузов / С.И.Трушин. — М.: АСВ, 2008. — 256 с.
2. Зенкевич О. Метод конечных элементов в теории сооружений и механике сплошных сред / О.К.Зенкевич, И.Чанг; под ред. Ю.К.Зарецкого; пер. с англ. О.П.Троицкого, С.В.Соловьева. — М.: Недра, 1974. — 239 с.
3. Лакерник А.Р. Высшая математика. Краткий курс [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Лакерник А.Р.— Электрон. текстовые данные.— М.: Логос, 2008.— 528 с.— <http://www.iprbookshop.ru/9112.html>.— ЭБС «IPRbooks»

7.2 Дополнительная литература

1. Бате К.-Ю. Методы конечных элементов / К.-Ю. Бате; пер. с англ. В.П.Шидловского; под ред. Л.И.Турчака. — М.: Физматлит, 2010. — 1022 с.

2. Голованов А.И. Метод конечных элементов в статике и динамике тонкостенных конструкций / А.И.Голованов, О.Н.Тюленева, А.Ф.Шигабутдинов. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. — 392 с.
3. Каплун А.Б. ANSYS в руках инженера : практическое руководство / А.Б.Каплун, Е.М.Морозов, М.А.Олферьева. — 2-е изд., испр. — М.: УРСС, 2004. — 272 с.
4. Морозов Е.М. Метод конечных элементов в механике разрушения / Е.М.Морозов, Г.П.Никишков. — М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1980. — 256 с.
5. Журнал «Прикладная математика и механика».
6. Журнал «Прикладная механика и техническая физика».
7. Журнал Известия РАН «Механика твердого тела».

8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.iprbookshop.ru> - ЭБС IPRBooks универсальная базовая коллекция изданий.: <http://www.iprbookshop.ru/>
2. <http://window.edu.ru>.- Единое окно доступа к образовательным ресурсам: портал [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <http://window.edu.ru>.
3. <http://library.tsu.tula.ru> - НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА ТУЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА: <http://library.tsu.tula.ru>
4. <http://www.prlib.ru> Президентская библиотека имени Б.Н.Ельцина: <http://www.prlib.ru>
5. <http://www.iprbookshop.ru> - Электронно-библиотечная система IPRbooks (ЭБС IPRbooks) : <http://www.iprbookshop.ru>
6. <http://elibrary.ru/defaultx.asp> -Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU:
7. <http://e.lanbook.com> -Электронно-библиотечная система - издательства «Лань»:
8. ЭБС "АЙБУКС": <http://ibooks.ru>
9. <http://diss.rsl.ru> - Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки: <http://diss.rsl.ru>
10. Универсальная библиотека ИстВью (online.ebiblioteka.ru)

9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине

9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1. Операционная система Microsoft Windows или linux;
2. Пакет офисных приложений Open Office или Microsoft Office;
3. Пакет офисных приложений «МойОфис»

9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы не требуются