

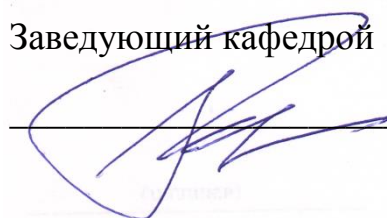
МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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»
«14» января 2022 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой



В.В. Глаголев

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

" Метод конечных элементов в механике твердого тела "

основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы магистратуры

по направлению подготовки
01.04.03 Механика и математическое моделирование

с направленностью (профилем)
Механика деформируемого твердого тела

Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 010403-01-22

Тула 2022

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ
рабочей программы дисциплины**

Разработчик:

Лавит И.М., проф., д. ф-м. н., доц.

(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

1. Цели и задачи освоения учебной дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины (модуля) является обеспечение комплексной и качественной подготовки квалифицированных, конкурентоспособных специалистов в области научно-исследовательской и научно-изыскательской деятельности, использующих математические методы и компьютерные технологии для решения задач механики методом конечных элементов.

Задачами освоения дисциплины (модуля) являются:

- подготовка нового поколения выпускников в области механики деформируемого твердого тела владеющих навыками высокоэффективного использования метода конечных элементов;
- изучение решения вариационных задач методом конечных элементов.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина (модуль) относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы.

Дисциплина (модуль) изучается в 3 семестре.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

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

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

Обладать:

- 1) фундаментальными знаниями в области прикладного программного обеспечения и информационных технологий (код компетенции – ОПК-4, код индикатора – ОПК-4.1).

Уметь:

- 1) использовать фундаментальные знания в области прикладного программирования и информационных технологий в профессиональной деятельности (код компетенции – ОПК-4, код индикатора – ОПК-4.2).

Владеть:

- 1) навыками применения программных средств, используемых при построении математических моделей и решении задач механики (код компетенции – ОПК-4, код индикатора – ОПК-4.3).

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

4. Объем и содержание дисциплины (модуля)

4.1. Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю):

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										
3	ДЗ	6	216	24	24				0,25	167,75
Итого	ДЗ	6	216	24	24				0,25	167,75

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
3 семестр	
1	Введение в метод конечных элементов. Основные определения. Глобальная и локальная нумерация узлов.
2	Функции формы и деформации при линейной аппроксимации поля перемещений на конечном элементе.
3	Функции формы и деформации при квадратичной аппроксимации поля перемещений на конечном элементе.
4	Приведение распределенной нагрузки к узлам конечного элемента.
5	Равновесие конечного элемента.
6	Формирование локальной матрицы жесткости при различных нагружениях конечного элемента.
7	Равновесие системы конечных элементов.
8	Формирование глобальной матрицы жесткости.
9	Построение сетки конечных элементов.
10	Нахождение полей напряжений и деформаций в конечном элементе.
11	Применение метода конечных элементов в различных областях механики деформируемого твердого тела.
12	Применение метода конечных элементов при решении задачи взаимодействия тонкого слоя с сопряженным ему материалом.

4.3. Содержание практических (семинарских) занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
3 семестр	
1	Нахождение функций формы линейного элемента.
2	Нахождение функций формы квадратичного элемента.
3	Приведение распределенной постоянной нагрузки к узлам элемента.
4	Приведение распределенной по линейному закону нагрузки к узлам элемента.
5	Нахождение деформированного состояния по заданным узловым перемещениям конечного элемента при линейных функциях формы.
6	Нахождение деформированного состояния по заданным узловым перемещениям конечного элемента при квадратичных функциях формы.
7	Равновесие конечного элемента при линейных функциях формы. Нахождение напряженного-деформированного состояния
8	Равновесие конечного элемента при квадратичных функциях формы. Нахождение напряженного-деформированного состояния.
9	Равновесие ансамбля конечных элементов.
10	Равновесие ансамбля конечных элементов.
11	Равновесие ансамбля конечных элементов.
12	Равновесие ансамбля конечных элементов.

4.4. Содержание лабораторных работ очной формы обучения

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

4.5. Содержание клинических практических занятий очной формы обучения

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
3 семестр	
1	Подготовка к практическим занятиям.
2	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение.

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

Очная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
3 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	5
		Работа на практических занятиях	25
		Итого	30

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	5
		Работа на практических занятиях	25
		Итого	30
Промежуточная аттестация	Дифференцированный зачет		40 (100*)

* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

Шкала соответствия оценок в стобалльной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
Стобалльная система оценивания	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 (модулю)

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) при проведении лекционных занятий требуется учебная аудитория, оборудованная доской. Для проведения практических занятий требуется персональный компьютер с установленным программным обеспечением.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модулю)

7.1. Основная литература

1. Арипова, О.В. Математические расчёты с помощью MATLAB: Учебное пособие. / О.В. Арипова, Ю.В. Анискевич. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Балтийский государственный технический университет «Военмех» имени Д.Ф. Устинова, 2017. — 107 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/121832> — Загл. с экрана.
2. Глаголев, В.В. Математическое моделирование в системе MATLAB: учеб. пособие / В.В. Глаголев. ТулГУ. — Тула: Изд-во ТулГУ, 2009. — 88 с. (35 экз.)
3. Глаголев, В.В. Решение плоских задач теории упругости методом конечного элемента: учеб. пособие / В.В. Глаголев. ТулГУ. — Тула: Изд-во ТулГУ, 2014. — 56 с. (10 экз.).
4. Иванов, И.П. Программные средства обработки результатов расчетов в инженерных пакетах ANSYS CFX и ABAQUS для высокопроизводительных вычислительных установок. / И.П. Иванов, А.М. Чеповский. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Издательство "Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана", 2009. — 189 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/52389> — Загл. с экрана.

5. Шинкин, В.Н. Сопротивление материалов : учебное пособие / В.Н. Шинкин. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2005. — 91 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/117272> — Загл. с экрана.
6. Димитриенко Ю.И. Метод конечных элементов для решения локальных задач механики композиционных материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Димитриенко Ю.И., Соколов А.П.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2010.— 68 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31057.html>.— ЭБС «IPRbooks»

7.2. Дополнительная литература

1. Темис, Ю.М. Расчет напряженно-деформированного состояния конструкций методом конечных элементов: учебно-методическое пособие / Ю.М. Темис, Х.Х. Азметов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. — 51 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/52253> — Загл. с экрана.
2. Власов, Г.С. Программные средства для решения математических задач. / Г.С. Власов, В.Ю. Зайцев. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Пензенский государственный технологический университет, 2011. — 102 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/62612> — Загл. с экрана.
3. Атаров, Н.М. Сопротивление материалов: учебное пособие: в 3 частях / Н.М. Атаров, Г.С. Варданян, А.А. Горшков, А.Н. Леонтьев. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Москва: МИСИ – МГСУ. — Часть 1 — 2018. — 64 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/108506> — Загл. с экрана.
4. Очков, В.Ф. Mathcad 12 для студентов и инженеров / В.Ф.Очков. — СПб.: БХВ-Петербург, 2005. — 464 с. (11 экз.)
5. Поршнев, С.В. Вычислительная математика: курс лекций: учебное пособие для вузов / С.В.Поршнев. — СПб.: БХВ-Петербург, 2004. — 320 с. (10 экз.)
6. Белкин, А.Е. Расчет пластин методом конечных элементов: учебное пособие / А.Е. Белкин, С.С. Гаврюшин. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Москва: МГТУ им. Баумана, 2008. — 232 с. <https://e.lanbook.com/book/106465>— Загл. с экрана.
7. Плохотников К.Э. Программные средства для решения математических задач. / К.Э. Плохотников. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Издательство "СОЛОН-Пресс", 2017. — 628 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/92996> — Загл. с экрана.
8. Воронов, С.А. Расчет на прочность и жесткость термических систем при изгибе с использованием Mathcad: метод. указания к выполнению домашних заданий по курсам «Сопротивление материалов» и Прикладная механика» : учебно-методическое пособие : в 2 частях / С.А. Воронов, А.А. Ширшов, С.В. Ярьско ; под редакцией В.Г. Лешковцева. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана. — Часть 1 — 2011. — 39 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/58503> — Загл. с экрана.
9. Макаров, Е.Г. Метод конечных элементов в прочностных расчетах : учебное пособие / Е.Г. Макаров. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2017. — 136 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/121830> — Загл. с экрана.
10. Мишенков, Г.В. Метод конечных элементов в курсе сопротивления материалов : учебное пособие / Г.В. Мишенков, Ю.Н. Самогин, В.П. Чирков ; под редакцией В.П. Чиркова. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2015. — 472 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71992>— Загл. с экрана.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Известия Российской академии наук. Механика твердого тела [электронный ресурс] : научное периодическое издание: журнал/ РАН. - М.: Наука/Интерпериодика, 1966 - . - ISSN 0572-3299.- Режим доступа : <http://elibrary.ru/issues.asp?id=7828>, со всех компьютеров НБ ТулГУ, по паролю
2. Прикладная механика и техническая физика [электронный ресурс] : научное периодическое издание: журнал/ СО РАН. - М.: Наука/Интерпериодика, 1960 - . - ISSN 0869-5032.- Режим доступа : <http://elibrary.ru/issues.asp?id=7609>, со всех компьютеров НБ ТулГУ, по паролю
3. Прикладная математика и механика [электронный ресурс] : научное периодическое издание: журнал/ РАН. - М.: Наука/Интерпериодика, 1966 - . - ISSN 0032-8235.- Режим доступа : <http://elibrary.ru/issues.asp?id=7956>, со всех компьютеров НБ ТулГУ, по паролю
4. Успехи математических наук/ Российская академия наук. - М.: Наука, 1995-ISSN 0042-1316
5. Электронный читальный зал “БИБЛИОТЕХ” : учебники авторов ТулГУ по всем дисциплинам.- Режим доступа: <https://tsutula.bibliotech.ru/>, по паролю.- Загл. с экрана
6. ЭБС IPRBooks универсальная базовая коллекция изданий.-Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>, по паролю.- .- Загл. с экрана
7. Научная Электронная Библиотека eLibrary – библиотека электронной периодики, режим доступа: <http://elibrary.ru/> , по паролю.- Загл. с экрана.
8. НЭБ КиберЛенинка научная электронная библиотека открытого доступа, режим доступа <http://cyberleninka.ru/> ,свободный.- Загл. с экрана.
9. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: портал [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <http://window.edu.ru> .,свободный.- Загл. с экрана.
- 10.Единое окно доступа к образовательным ресурсам: портал [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <http://exponenta.ru> .,свободный.- Загл. с экрана.

9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

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

Требуется Microsoft Windows, Microsoft Office, Mathcad, Matlab, 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