


Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
ГГТУ им. П.О.Сухого

 А.А. Бойко
«27» 06 2018

Регистрационный № УД.рег-45/уч.

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности магистратуры

1-40 80 04 «Математическое моделирование, численные
методы и комплексы программ»

Учебная программа составлена на основе:

– образовательного стандарта второй ступени высшего образования специальности 1-40 80 04 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», рег. № ОСВО 1-40 80 04-2012;

– учебных планов второй ступени высшего образования специальности 1-40 80 04 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», № 1 40-2-03/уч. от 20.06.2017, № 1 40-2-04/уч. от 20.06.2017.

СОСТАВИТЕЛЬ:

В.И. Токочаков, доцент кафедры «Информационные технологии» УО «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», канд. технических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТ:

А.Н. Семенов, заведующий кафедрой «Информационно-вычислительные системы» УО «Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации», доктор технических наук, профессор.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Информационные технологии»
(протокол № 15 от 28.05, 2018);

Научно-методическим советом Факультета автоматизированных и информационных систем учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»
(протокол № 11 от 4.06, 2018); *УЗРР-04-58/18*

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»
(протокол № 5 от 26.06, 2018).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа «Конечно-элементное моделирование температурных полей» разработана для магистрантов высших учебных заведений специальности 1–40 80 04 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ». В основу программы положена программа-минимум кандидатского экзамена по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (Приказ Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь от 11 февраля 2011 г. № 35).

Цели и задачи учебной дисциплины

Целью изучения дисциплины является формирование знаний в области теории и практики моделирования температурных полей, изучение методов создания конечно-элементных моделей и проведения вычислительных экспериментов.

В результате изучения дисциплины магистрант должен знать:

- область применения конечно-элементных моделей;
- типовые схемы моделирования;
- особенности моделирования температурных полей;
- технологию применения конечно-элементных моделей при расчетах технических систем;

уметь:

- выбирать адекватную схему моделирования для конкретной задачи;
- разрабатывать архитектуру системы моделирования;

владеть:

- исследовательскими навыками;
- междисциплинарным подходом при решении задач;
- основными методами создания математических моделей при исследовании тепловых полей.

Освоение учебной дисциплины согласно стандарту специальности должно обеспечить формирование следующих компетенций:

- АК-1 – способность самостоятельной научно-исследовательской деятельности, готовность генерировать и использовать новые идеи;
- АК-2 – методологические знания и исследовательские умения, обеспечивающие решение задач научно-исследовательской, научно-педагогической, организационно-управленческой и инновационной деятельности;
- ПК-НИ-1 – осуществлять сбор, анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;

– ПК-НИ-2 – разрабатывать методики проектирования и построения математических моделей процессов и объектов;

– ПК-НИ-3 – выполнять моделирование процессов и объектов на базе пакетов автоматизированного проектирования и исследований.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «Конечно-элементное моделирование температурных полей», в соответствии с учебным планом по специальности 1–40 80 04 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» составляет – 130 часов.

Трудоёмкость учебной дисциплины составляет 3,5 зачетные единицы.

| | | |
|--|----|-----|
| | ДО | ЗО |
| Курс | 2 | 2 |
| Семестр | 4 | 3,4 |
| Лекции (часов) | 26 | 8 |
| Лабораторные занятия (часов) | 26 | 8 |
| Всего | 52 | 16 |
| аудиторных (часов) | | |
| Формы текущей аттестации по учебной дисциплине | | |
| Зачет | 4 | 4 |

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Виды теплообмена. Основные сведения по теплопроводности.

Тема 1.1. Виды теплообмена.

Элементарные способы переноса тепла и массы. Методы исследования тепловых процессов. Основные понятия, используемые при описании процессов переноса тепла. Математическая формулировка задач теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Краевые условия задач теплопроводности, различные способы задания граничных условий.

Тема 1.2. Стационарная теплопроводность.

Решение стационарного дифференциального уравнения теплопроводности для бесконечной тонкой пластины. Теплопроводность через многослойную стенку. Термическое сопротивление теплопроводности, теплоотдачи, теплопередачи. Коэффициент теплопередачи. Решение стационарного дифференциального уравнения теплопроводности для области прямоугольной формы. Решение стационарного дифференциального уравнения теплопроводности для бесконечного полого цилиндра.

Тема 1.3. Нестационарная теплопроводность.

Аналитическое описание процесса. Основные понятия метода нестационарной теплопроводности: безразмерная избыточная температура, критерий Био, критерий Фурье. Нестационарное температурное поле в плоской пластине. Решение дифференциального нестационарного уравнения теплопроводности для цилиндра и шара. Нестационарное температурное поле в полуграниченном массиве.

Раздел 2. Численные методы решения задач теплопроводности.

Тема 2.1. Конечно-разностные методы решения задач теплопроводности.

Конечно-разностная аппроксимация уравнения теплопроводности, прямые и итерационные методы при решении стационарных краевых задач; неявные и явные методы решения нестационарных задач.

Тема 2.2. Конечно-элементные методы решения задач теплопроводности.

Конечно-элементная аппроксимация уравнения теплопроводности. Разбиение заданной области на конечные элементы. Нумерация узлов и элементов. Формирование общей системы уравнений; учет в ней граничных условий. Решение полученной системы уравнений. Метод теплового баланса на примере решения стационарного дифференциального уравнения теплопроводности для бесконечной тонкой пластины.

Раздел 3. Применение систем моделирование при решении задач теплопроводности.

Тема 3.1. Обзор систем конечно-элементного моделирования тепловых полей.

Пакеты моделирования: Ansys, FemLab, Elcut, FreeFem.

Тема 3.2. Решение задач теплопроводности в среде пакета FreeFem.

Решение стационарного дифференциального уравнения теплопроводности для бесконечной тонкой пластины. Решение стационарного дифференциального уравнения теплопроводности для области прямоугольной формы. Решение стационарного дифференциального уравнения теплопроводности для бесконечного полого цилиндра. Решение стационарного дифференциального уравнения теплопроводности для шара. Решение нестационарных дифференциальных уравнений теплопроводности.

Библиотека ГГТУ им. Лаврицкого

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
 для специальности 1–40 80 04 (дневная форма получения образования)

| Номер раздела, темы | Название раздела, темы | Количество аудиторных часов | | | | | | Формы контроля знаний |
|---------------------|--|-----------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---|-------|-----------------------|
| | | Лекции | Практические занятия | Семинарские занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа: чтение литературы | Итого | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1. | Виды теплообмена. Основные сведения по теплопроводности. | 6 | | | | | | |
| 1.1. | Виды теплообмена | 2 | | | | | | З |
| 1.2. | Стационарная теплопроводность | 2 | | | | | | З |
| 1.3. | Нестационарная теплопроводность | 2 | | | | | | З |
| 2. | Численные методы решения задач теплопроводности | 10 | | | | | | |
| 2.1. | Конечно-разностные методы решения задач теплопроводности | 4 | | | 12 | | | ЗЛР, З |
| 2.2. | Конечно-элементные методы решения задач теплопроводности | 6 | | | 10 | | | ЗЛР, З |
| 3. | Применение систем моделирование при решении задач теплопроводности | 10 | | | | | | |
| 3.1. | Обзор систем конечно-элементного моделирования тепловых полей | 2 | | | | | | З |
| 3.2. | Решение задач теплопроводности в среде пакета FreeFem | 8 | | | 4 | | | ЗЛР, З |
| | Итого: | 26 | | | 26 | | | |

Принятые обозначения: З – зачет, ЗЛР – защита лабораторной работы.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
для специальности 1–40 80 04 (заочная форма получения образования)

| Номер раздела, темы | Название раздела, темы | Количество аудиторных часов | | | | | |
|---------------------|--|-----------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------------------|----------------------------|
| | | Лекция | Практические занятия | Семинарские занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа студента | Иные формы контроля знаний |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1. | Виды теплообмена. Основные сведения по теплопроводности. | 2 | | | | | |
| 1.1. | Виды теплообмена | | | | | | З |
| 1.2. | Стационарная теплопроводность | 1 | | | | | З |
| 1.3. | Нестационарная теплопроводность | 1 | | | | | З |
| 2. | Численные методы решения задач теплопроводности | 2 | | | 4 | | |
| 2.1. | Конечно-разностные методы решения задач теплопроводности | 1 | | | 2 | | З,ЛР, З |
| 2.2. | Конечно-элементные методы решения задач теплопроводности | 1 | | | 2 | | З,ЛР, З |
| 3. | Применение систем моделирования при решении задач теплопроводности | 4 | | | 4 | | |
| 3.1. | Обзор систем конечно-элементного моделирования тепловых полей | 2 | | | | | З |
| 3.2. | Решение задач теплопроводности в среде пакета FreeFem | 2 | | | 4 | | З,ЛР, З |
| | Итого: | 8 | | | 8 | | |

Принятые обозначения: З – зачет, ЗЛР – защита лабораторной работы

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Алексеев Е.Р., Чеснокова О.В., Рудченко Е.А. Scilab. Решение инженерных и математических задач. – М.: АЛТ Linux : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 257 с. + CD. – (Библиотека АЛТ Linux)
2. Брюханов, О. Н. Тепломассообмен : учебное пособие для вузов / О. Н. Брюханов, С. Н. Шевченко. – М.: АСВ, 2005. – 460 с.
3. Солетов, Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем: учебник для вузов специальности АСУ. – М.: Высшая Школа, 2007. – 343 с.
4. Цветков Ф. Ф. Тепломассообмен : учеб. пособие для вузов. / Ф. Ф. Цветков – 3-е изд., стер.. – М.: МЭИ, 2006. – 549с.

Дополнительная литература

1. Есьман Р. И. Численное решение краевой задачи двумерного температурного поля с внутренними источниками теплоты // Известия ВУЗов и энергетических объединений СНГ, сер. Энергетика = 2008, – № 3. – С. 62 – 71.
2. Королев, А.Л. Компьютерное моделирование: лабораторный практикум / А.Л. Королев. – М.: Бинум. Лаборатория знаний, 2015. – 296 с.
3. Левинт, М. М. Моделирование трёхмерного нестационарного температурного поля в нагревательном элементе трансформаторного типа / М. М. Левинт, А. В. Сериков // Электротехника. – 2017, – № 2. – С. 74 – 79.
4. Максимей И.В. Математическое моделирование больших систем: [Уч. пособие для спец. «Прикладная математика»]. – Мн.: Выш. шк., 1985.
5. Овечкин Г.В. Компьютерное моделирование : учебник / Г.В. Овечкин, П.В. Овечкин. – М.: Академия, 2015. – 217 с.
6. Протасевич, А. М. Расчет температурного поля многослойных ограждающих конструкций с теплопроводными включениями методом конечных элементов / А. М. Протасевич, В. В. Лешкевич // Энергоэффективность, – 2013, – № 10. – С. 16 – 20.

Список литературы сверен с проф (Киселева ИВ)

Примерный перечень тем лабораторных занятий

1. Решение задачи стационарной задачи теплопроводности методом конечных разностей – плоская пластина.
2. Решение задачи стационарной задачи теплопроводности методом конечных разностей – прямоугольная область.
3. Решение задачи стационарной задачи теплопроводности методом конечных разностей – ламинарное течение жидкости в круглой трубе.
4. Решение задачи стационарной задачи теплопроводности методом конечных разностей – полый цилиндр.
5. Решение задачи нестационарной задачи теплопроводности методом конечных разностей – плоская пластина.
6. Решение задачи нестационарной задачи теплопроводности методом конечных разностей – полый цилиндр.
7. Решение задачи нестационарной задачи теплопроводности методом теплового баланса – плоская пластина.
8. Решение задачи нестационарной задачи теплопроводности методом теплового баланса – прямоугольная область.
9. Решение задачи нестационарной задачи теплопроводности методом теплового баланса – полый цилиндр.
10. Решение задачи стационарной задачи теплопроводности в системе моделирования – полый цилиндр, плоская пластина, прямоугольная область.

Технологии обучения

Для организации процесса изучения учебной дисциплины привлечены традиционные и инновационные образовательные технологии, ориентированные на формирование навыков самостоятельного и группового решения поставленных задач.

Лабораторные занятия проводятся с использованием персональных компьютеров и специальных программных средств. Контроль знаний проводится в ходе защиты лабораторной работы.

В качестве технических средств обучения при проведении лекционных занятий следует использовать видеопроекционную аппаратура, а лабораторных занятий – персональные компьютеры.

Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов организована в соответствии с Положением о самостоятельной работе студентов учреждения образования «Омский государственный технический университет имени П.О. Сухого» № 33, утвержденного ректором университета 14.10.2014.

Основными целями ее осуществления являются: активизация учебно-познавательной деятельности и формирование у студентов умений и навыков самостоятельного приобретения и практического применения знаний в области информационных технологий.

С учетом специфики и содержания учебной дисциплины предполагается использование следующих форм самостоятельной работы студентов:

– собственно самостоятельная работа (подготовка к рубежному контролю знаний и текущей аттестации (экзамену), организованная студентами самостоятельно).

Средства диагностики результатов учебной деятельности

Процедура диагностики результатов учебной деятельности студентов разработана и организована в соответствии с образовательным стандартом ОСВО 1-41 80 02-2012. Ее компоненты представлены:

– инструментарием диагностики – выполнение и защита лабораторных работ (АК-1, АК-2).

Итоговая диагностика компетенций студента проводится в письменной форме (зачет) – АК-1, АК-2, ПК-НП-1, ПК-НП-2, ПК-НП-3.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

| Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование | Название кафедры | Предложения об изменениях и содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине | Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) |
|---|------------------|---|---|
| <i>Работа с научными публикациями</i> | <i>УФ</i> | Согласование не требуется.  | <i>28.05.2018 N 15</i>  |
| | | | |
| | | | |

Библиотека ГГТУ ИМ Д.С.Савитова