

УТВЕРЖДАЮ

Директор ЭНИН

Завьялов В

« 2 » 04. 201

БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ
ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

Направление (специальность) ООП: 13.04.01 - Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: технология производства электрической и тепловой энергии; компьютерные технологии проектирования тепловых и атомных электростанций; тепломассообменные процессы и установки; теплофизика теплоэнергетике; наукоемкие технологии измерений и управления в теплотехнике

Квалификация (степень): магистр

Базовый учебный план приема 2015 г.

Курс 1; семестр 2

Количество кредитов: 3

Код дисциплины ДИСЦ.Б.М2

Виды учебной деятельности	Временной ресурс ⁵
Лекции, ч	8
Практические занятия, ч	16
Лабораторные занятия, ч	24
Аудиторные занятия, ч	48
Самостоятельная работа, ч	60
ИТОГО, ч	108

Вид промежуточной аттестации Зачет

Обеспечивающее подразделение ТПТ ЭНИН

Заведующий кафедрой

Кузнецов Г.В.

Руководитель ООП

Литвак В.В.

Преподаватель

Барановский Н.В.

2015 г

2015 г.

1. Цели освоения модуля (дисциплины)

В результате освоения данной дисциплины студент приобретает знания, умения и опыт, обеспечивающие достижение следующих целей Основной образовательной программы «Теплоэнергетика и теплотехника».

Дисциплина нацелена на подготовку магистров к:

- научно-исследовательской деятельности, в том числе, в междисциплинарных областях, связанной с совершенствованием объектов профессиональной деятельности и процессов в теплоэнергетических объектах;
- производственно-технологической деятельности в области современных технологий высокоэффективных процессов производства тепловой энергии и создания конкурентно способных энергетических и теплотехнических установок;
- самостоятельному обучению и освоению новых профессиональных знаний и умений, непрерывному профессиональному самосовершенствованию.

2. Место модуля (дисциплины) в структуре ООП

Дисциплина «Математическое моделирование объектов теплоэнергетики» относится к вариативным дисциплинам профессионального цикла. Она непосредственно связана с дисциплинами общенаучного цикла («Математическое моделирование», «Компьютерные технологии в науке, технике и образовании»). Студент должен владеть навыками из дисциплин «Математическое моделирование и расчет теплотехнических систем» и общенаучного цикла «Информационно-компьютерные технологии».

Пререквизиты: использование вычислительных комплексов в решении прикладных задач; современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий.

Кореквизиты: экспериментальные исследования тепломассообменных и газодинамических процессов.

3. Результаты освоения модуля (дисциплины)

После изучения курса дисциплины «Математическое моделирование объектов теплоэнергетики» студент приобретает знания, умения и опыт, соответствующие результатам основной образовательной программы: Р5, Р7,

P8, P9. Соответствие результатов освоения дисциплины формируемым компетенциям ООП представлено в таблице.1.

Таблица 1.

Результаты обучения (компетенции из ФГОС)	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
P5 (ОК-1,2,6)	35.2	современных тенденций развития технического прогресса	У5.2	критически оценивать свои достоинства и недостатки	В5.2	приобретения необходимой информации с целью повышения квалификации и расширения профессионального кругозора
	35.3	методов и средств познания, самостоятельного обучения и самоконтроля	У5.3	использовать возможности интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования	В5.3	использования основных методов организации самостоятельного обучения и самоконтроля
P7 (ПК-2,7,11,18-20,29)	37.1	современные достижения науки и передовой технологии в области математического моделирования объектов теплоэнергетики	У7.1	применять современные методы и средства исследования для решения конкретных задач	В7.1	планирования процесса решения научно-технической задачи
	37.2	актуальные задачи и проблемы теплоэнергетики и теплотехники	У7.2	работать с системами разработки компьютерных программ	В7.2	работы с программными средствами разработки компьютерных программ

Р8 (ПК-9,10,12-15,30)	38.2	оригинальные методы проектирования для реализации конкурентоспособных программных проектов	У8.2	Находить нестандартные решения профессиональных задач	В8.2	навыками оформления, представления и защиты результатов исследований
	38.3	экономические, экологические, социальные ограничения	У8.3	организовывать и проводить научные исследования, связанные с разработкой программных проектов и продуктов		
Р9 (ПК-6,22-24)	39.1	стандарты, ГОСТы и нормативные материалы, регламентирующие разработку и эксплуатацию программных систем	У9.1	разрабатывать методические и нормативные материалы	В9.1	работы с технической документацией и стандартами
	39.2	Ограничения при использовании и численных методов моделирования объектов теплоэнергетики	У9.2	осуществлять постановку математической задачи при исследовании объектов теплоэнергетики	В9.2	анализа количественного влияния различных начальных и граничных условий на решение задач моделирования объектов теплоэнергетики
	39.3	основных компьютерных технологий моделирования объектов теплоэнергетики	У9.3	решать комплексные проблемы на основе численных методов с целью достижения	В9.3	Использования и разработки специализированного программного обеспечения для решения

				определенного результата		профессиональных задач
--	--	--	--	--------------------------	--	------------------------

В результате освоения дисциплины (модуля) «Математическое моделирование объектов теплоэнергетики» студентом должны быть достигнуты следующие результаты:

Планируемые результаты освоения дисциплины «Математическое моделирование объектов теплоэнергетики»

Таблица № 2

№	Результат
РД 5	Самостоятельно освоить основные термины, понятия, изучить типы задач при исследовании математических моделей объектов теплоэнергетики.
РД 7	Освоить математические основы решения задач в области математического моделирования объектов теплоэнергетики, применяемого для изучения теплоэнергетических процессов и объектов.
РД 8	Освоить методы и подходы численного решения задач в области моделирования объектов теплоэнергетики на компьютерной технике.
РД 9	Использовать современные ГОСТы, достижения науки и передовой технологии в математических научных исследованиях, интерпретировать и представлять их результаты, давать практические рекомендации по внедрению в производство

4. Структура и содержание модуля (дисциплины)

Раздел 1. Методы математического моделирования

Дать понятия и информацию о математической модели, моделировании. Рассмотреть основные этапы математического моделирования. Дать информацию об основных видах математических моделей.

Лабораторные работы: Разработка физических моделей для исследования объектов теплоэнергетики.

Практические занятия: Перевод физических моделей объектов теплоэнергетики на математическую символику.

Раздел 2. Декомпозиция объектов теплоэнергетики

Дать информацию об основных элементах в структуре объектов теплоэнергетики с позиций геометрической декомпозиции. Рассмотреть основные физические процессы в объектах теплоэнергетики с позиций разработки математических моделей на основе системного подхода.

Лабораторные работы: разработка геометрических моделей объектов теплоэнергетики.

Практические занятия: разработка алгоритма компьютерной программы на псевдокоде для моделирования объекта теплоэнергетики. Выделение основных структурных элементов программного кода.

Раздел 3. Вычислительные методы

Дать информацию по конечно-разностному методу решения дифференциальных уравнений.

Дать информацию по основным типам задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Сформировать знания следующих численных методов: Эйлера, Эйлера-Коши, Эйлера с пересчетом, Рунге-Кутты 4-го порядка. Обучить решению задачи Коши для системы двух обыкновенных уравнений. Продемонстрировать решение задачи Коши для системы n обыкновенных дифференциальных уравнений.

Дать конечно-разностные аналоги первой и второй производных по времени и пространству. Сформулировать конечно-разностный аналог дифференциального уравнения. Обучить методу прогонки.

Лабораторные работы: Решение различных задач теплопереноса с соответствующими начальными и граничными условиями.

Практические занятия: обучение различным численным методам для решения дифференциальных уравнений.

Раздел 4. Аппаратное и программное обеспечение для моделирования объектов теплоэнергетики

Дать информацию по различным архитектурам вычислительной техники, применяемой для математического моделирования объектов теплоэнергетики. Представить сведения, обеспечивающие выбор актуальных сред разработки компьютерных программ для математического моделирования объектов теплоэнергетики.

Лабораторные работы: программные реализации алгоритмов математического моделирования процессов, протекающих в объектах теплоэнергетики, на языках высокого уровня.

Практические занятия: Разработка стратегии математического исследования функционирования объекта теплоэнергетики.

5. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

5.1. Виды и формы самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов включает текущую и творческую проблемно-ориентированную самостоятельную работу (ТСР).

Текущая СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений и включает:

- работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ;
- подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- подготовка к контрольной работе и к зачету.

Творческая самостоятельная работа включает:

- поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- выполнение командного проекта.

5.2. Содержание самостоятельной работы студентов по дисциплине

Темы индивидуальных заданий:

- Численная реализация метода Эйлера при решении задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения,
- Численная реализация метода Эйлера-Коши при решении задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения.
- Численная реализация метода Рунге-Кутты при решении задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения,
- Численная реализация метода Рунге-Кутта для системы двух обыкновенных дифференциальных уравнений,
- Численная реализация метода Рунге-Кутта для системы трех обыкновенных дифференциальных уравнений,
- Численная реализация задачи о промерзании грунта,

5.3. Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей. Самоконтроль организуется посредством рейтинг-плана освоения дисциплины. Контроль со стороны преподавателя ведется путем проведения защит индивидуальных заданий и докладов, контрольных опросов на лекционных занятиях.

6. Средства текущей и промежуточной оценки качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролируемых мероприятий:

Контролирующие мероприятия	Результаты обучения по дисциплине
Выполнение и защита лабораторных работ	РД 5, РД 7, РД 8, РД 9
Защита индивидуальных заданий	РД 5, РД 7, РД 8, РД 9
Конференц-недели	РД 5, РД 7, РД 8, РД 9
Экзамен	РД 5, РД 7, РД 8, РД 9

Для оценки качества освоения дисциплины при проведении контролируемых мероприятий предусмотрена проверка ритмичности работы студентов, оценка усвоения теоретического, практического материала и приобретенных знаний, умений и навыков.

Текущий контроль обеспечивается:

- опросом студентов на практических занятиях, решением задач;
- выполнением и защитой домашнего задания согласно рейтинг-плана;
- ежемесячной аттестацией студентов по результатам посещения лекционных и практических занятий, опроса на практических занятиях, выполнения домашнего задания.

По дисциплине составлен рейтинг-план, в соответствии с которым результаты текущей аттестации подаются в учебную часть ЭНИН.

Первый блок вопросов

1. Описать идеологию конечно-разностного метода,
2. Привести конечно-разностные аналоги производных,
3. Привести конечно-разностные аналоги граничных условий 1-го рода,
4. Привести конечно-разностные аналоги граничных условий 2-го рода,
5. Привести конечно-разностные аналоги граничных условий 3-го рода,
6. Привести конечно-разностные аналоги граничных условий 4-го рода,
7. Описать метод прогонки,
8. Привести формулы для расчета прогоночных коэффициентов,
9. Привести типы задач для обыкновенных дифференциальных уравнений,
10. Метод Эйлера для решения задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения,
11. Метод Эйлера-Коши для решения задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения,
12. Метод Рунге-Кутты для решения задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения,
13. Привести нестационарное уравнение теплопроводности,
14. Описать особенности конечно-разностной аппроксимации нелинейных граничных условий,
15. Описать алгоритм расчета температуры на границе пластины с нелинейными граничными условиями,
16. Описать алгоритм решения задачи Стефана,
17. Записать пример нестационарного нелинейного уравнения теплопроводности,
18. Описать алгоритм решения нестационарного нелинейного уравнения теплопроводности,
19. Записать двумерное уравнение нестационарной теплопроводности,
20. Описать идеологию локально-одномерного метода решения многомерных задач математической физики,
21. Записать граничные условия 4-го рода для задачи нестационарной теплопроводности для многослойной пластины,

Итоговым контролем является экзамен в 1 семестре. Итоговый контроль результатов оценивается по суммарному баллу за семестр по условию:

7. Рейтинг качества освоения модуля (дисциплины)

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Руководящими материалами по текущему контролю успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации студентов Томского политехнического университета», утвержденными приказом ректора № 77/од от 29.11.2011 г.

В соответствии с «Календарным планом изучения дисциплины»:

- текущая аттестация (оценка качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы и др.) и результаты практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 33 баллов);

- промежуточная аттестация (экзамен, зачет) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), на экзамене (зачете) студент должен набрать не менее 22 баллов).

Итоговый рейтинг по дисциплине определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

- Основная литература:

- Калиткин, Николай Николаевич. Численные методы: учебное пособие / Н. Н. Калиткин; под ред. А. А. Самарского. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2014. — 586 с.
- Голдаев, Сергей Васильевич. Практикум по математическому моделированию в теплоэнергетике [Электронный ресурс]: учебное пособие / С. В. Голдаев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 1 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader..

Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m294.pdf>

- Вержбицкий, Валентин Михайлович. Численные методы. Математический анализ и обыкновенные дифференциальные уравнения: учебное пособие для вузов / В. М. Вержбицкий. — 2-е изд. испр. — Москва: ОНИКС 21 век, 2005. — 400 с.

- Яковенко, Павел Георгиевич. Моделирование систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / П. Г. Яковенко; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 1.38 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader..

Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m214.pdf>

- Копченова, Н. В. Вычислительная математика в примерах и задачах [Текст]. — Москва: Лань, 2009. — 368 с. — Классическая учебная литература по математике. — Рекомендовано Научно-методическим советом по математике Министерства образования и науки РФ в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по направлениям 510000 «Естественные науки и математика», 550000 «Технические науки», 540000 «Педагогические науки». — 2 экз.. — ISBN 978-5-8114-0801-6.

Схема доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=198

- Дополнительная литература:
 - Гартман, Томаш Николаевич. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов: учебное пособие для вузов / Т. Н. Гартман, Д. В. Клушин. — Москва: Академкнига, 2008. — 416 с.
 - Методы математической физики. Специальные функции. Основы комплексного анализа. Элементы вариационного исчисления и теории обобщенных функций [Электронный ресурс] = Methods of Mathematical Physics. Foundations of Complex Analysis. Elements of Calculus of Variations and Theory of Generalized Functions. Workbook : рабочая тетрадь / В. Г. Багров [и др.]; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Физико-технический институт (ФТИ), Кафедра высшей математики и математической физики (ВММФ). — 1 компьютерный файл (pdf; 1.2 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2012. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Текст на английском языке. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader..

Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m145.pdf>

- Зеленецкая, Екатерина Петровна. Применение численных методов в решении прикладных задач [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е. П. Зеленецкая, Е. В. Савельева, В. М. Павлов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Физико-технический институт (ФТИ), Кафедра электроники и автоматики физических установок (№ 24) (ЭАФУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 1.6 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2013. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader..

Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m387.pdf>
- Информатика: учебное пособие / Л. М. Крылова [и др.]; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт дистанционного образования (ИДО). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011
Ч. 2: Основы алгоритмизации и программирования. — 2-е изд., испр. и доп.. — 2011. — 216 с.
- Немнюгин, Сергей Андреевич. Turbo Pascal. Программирование на языке высокого уровня : учебник для вузов / С. А. Немнюгин. — 2-е изд. — СПб.: Питер, 2007. — 544 с.
- Internet-ресурсы:
 - Бесплатная электронная библиотека Ивановского государственного энергетического университета. <http://www.library.ispu.ru/elektronnaya-biblioteka>
 - Крупнейшая бесплатная электронная интернет библиотека для "технически умных" людей. <http://www.tehlit.ru/>
 - Кафедра ТЭС, Новосибирский государственный технический университет. <http://tes.power.nstu.ru/>

9. Материально - техническое обеспечение модуля (дисциплины)

Практические занятия и самостоятельная работа студентов обеспечены современной вычислительной техникой, позволяющей проводить исследования процессов на современном уровне в соответствии с требованиями ООП.

№	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Корпус, аудитории, количество установок
1.	Лабораторные аудитории с компьютерным оборудованием	48 ауд. – 4 к., 8 шт.

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Программа одобрена на заседании кафедры теоретической и промышленной теплотехники (протокол № 17 от «11» 06 2015 г.).

Автор:



Барановский Н.В.

Рецензенты:



Борисов Б.В.



Максимов В.И.

Отв. за УМР

