



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭиАС
С.И. Лукьянов

26.02.2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ГИДРОГАЗОДИНАМИКИ
И ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА

Направление подготовки (специальность)
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль/специализация) программы
Энергообеспечение предприятий

Уровень высшего образования - бакалавриат

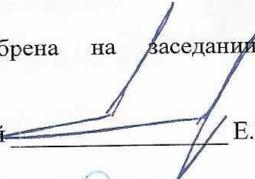
Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Теплотехнических и энергетических систем
Курс	3
Семестр	6

Магнитогорск
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 143)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Теплотехнических и энергетических систем
11.02.2020, протокол № 4

Зав. кафедрой  Е.Б. Агапитов

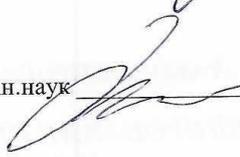
Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС
26.02.2020 г. протокол № 5

Председатель  С.И. Лукьянов

Рабочая программа составлена:
доцент кафедры ТиЭС, канд. техн.наук

 Е.Г. Нешпоренко

Рецензент:
зам.начальника ЦЭСТ ПАО "ММК" , канд. техн.наук

 В.Н. Михайловский



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭиАС
С.И. Лукьянов

26.02.2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

***МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ГИДРОГАЗОДИНАМИКИ И
ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА***

Направление подготовки (специальность)
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль/специализация) программы
Энергообеспечение предприятий

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Теплотехнических и энергетических систем
Курс	3
Семестр	6

Магнитогорск
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 143)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем
11.02.2020, протокол № 4

Зав. кафедрой _____ Е.Б. Агапитов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС
26.02.2020 г. протокол № 5

Председатель _____ С.И. Лукьянов

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ТиЭС, канд. техн. наук _____ Е.Г.
Нешпоренко

Рецензент:

зам. нач. ЦЭСТ ПАО ММК , канд. техн. наук _____ В.Н.
Михайловский

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Е.Б. Агапитов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Е.Б. Агапитов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Е.Б. Агапитов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Е.Б. Агапитов

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Основной целью преподавания дисциплины «Моделирование процессов гидрогазодинамики и теплопереноса» является обучение студентов направления 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника профиля Энергообеспечение предприятий основам численных методов решения уравнений математической физики, используемых для описания процессов теплообмена, движения жидкости и газов.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Моделирование процессов гидрогазодинамики и теплопереноса входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Физика

Химия

Информатика

Техническая термодинамика

Гидрогазодинамика

Теплообмен

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Теплоэнергетические системы промышленных предприятий

Методы инженерных исследований

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Моделирование процессов гидрогазодинамики и теплопереноса» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-2	Способен к разработке предложений и выполнению работ по модернизации и реконструкции оборудования тепловых сетей
ПК-2.1	Оценивает уровень технических решений направленных на повышение эффективности работы оборудования тепловых сетей
ПК-2.2	Проводит учет и анализ технико-экономических показателей работы оборудования тепловых сетей

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц 72 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 34,95 акад. часов;
- аудиторная – 34 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,95 акад. часов
- самостоятельная работа – 37,05 акад. часов;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Раздел 1.								
1.1 Понятие математической модели и общие принципы и этапы ее построения.	6	2			6	Самостоятельное изучение учебной литературы. Проработка вопроса №1, прил. 1.	Конспект лекций.	ПК-2.1
1.2 Вычислительный эксперимент и адекватность моделей.		3	4/2И		6,05	Самостоятельное изучение учебной литературы. Проработка вопроса №2-3, прил. 1.	Конспект лекций.	ПК-2.1, ПК-2.2
1.3 Применение численных методов для анализа и расчета тепломассообменных и гидродинамических процессов.		4	4		6	Самостоятельное изучение учебной литературы. Проработка вопроса №4-5, прил. 1.	Конспект лекций.	ПК-2.1, ПК-2.2
1.4 Численное решение алгебраических, трансцендентных и дифференциальных уравнений.		2	4		6	Самостоятельное изучение учебной литературы; подготовка к лабораторной работе. Проработка вопроса №6-9, прил. 1.	Конспект лекций; журнал наблюдений.	ПК-2.1, ПК-2.2

1.5	Численное дифференцирование.	2	2/2И	6	Самостоятельное изучение учебной литературы; подготовка к лабораторной работе. Проработка вопроса №10-12, прил. 1.	Конспект лекций; журнал наблюдений.	ПК-2.1
1.6	Численное интегрирование.	2		6	Самостоятельное изучение учебной литературы; подготовка к лабораторной работе. Проработка вопроса №13-14, прил. 1.	Конспект лекций.	ПК-2.1
1.7	Применение электронных таблиц для решения инженерных задач численными методами.	2	3/2И	1	Самостоятельное изучение учебной литературы; подготовка к лабораторной работе. Проработка вопроса №15, прил. 1.	Конспект лекций; журнал наблюдений.	ПК-2.1, ПК-2.2
Итого по разделу		17	17/6И	37,05			
Итого за семестр		17	17/6И	37,05		зачёт	
Итого по дисциплине		17	17/6И	37,05		зачет	

5 Образовательные технологии

Для решения предусмотренных видов учебной работы при изучении дисциплины «Моделирование процессов гидрогазодинамики и тепломассопереноса» в качестве образовательных технологий используются как традиционные, так и модульно-компетентностные технологии. Передача необходимых теоретических знаний и формирование представлений по курсу происходит с применением мультимедийного оборудования. Лекционный материал закрепляется на лабораторных работах, где применяется совместная деятельность студентов в группе, направленная на решение общей задачи путем сложения результатов индивидуальной работы членов группы. Для развития и совершенствования коммуникативных способностей студентов организуются практические занятия в виде дискуссий, анализа реальных проблемных ситуаций и междисциплинарных связей из различных областей в контексте решаемой задачи. Самостоятельная работа стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем в процессе написания рефератов, подготовки к дискуссиям, и тестированию.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Математическое моделирование гидродинамики и теплообмена в движущихся жидкостях : учебное пособие / И. В. Кудинов, В. А. Кудинов, А. В. Еремин, С. В. Колесников ; под редакцией Э. М. Карташова. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-1837-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/56168> (дата обращения: 30.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Высоцкий, Л. И. Математическое и физическое моделирование потенциальных течений жидкости : учебное пособие / Л. И. Высоцкий, Г. Р. Коперник, И. С. Высоцкий. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 64 с. — ISBN 978-5-8114-1554-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/44842> (дата обращения: 30.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Чикуров, Н.Г. Моделирование систем и процессов: Учебное пособие [Электронное издание] / Н.Г. Чикуров. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 398 с.

<http://znanium.com/bookread.php?book=392652> .

2. Семенов, Б.А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, тепло-энергетике и теплотехнология. 2-е изд. [Электронное издание] / Б.А. Семенов - СПб.: Изда-тельство «Лань». 2013 г. - 384 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5107

[Электронное издание] / И.О. Леушин. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 208 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=401597> .

в) Методические указания:

1. Копцев, В.В. Статистическая обработка результатов теплофизического эксперимента: Метод. указания. / В.В. Копцев, В.Ф. Толмачева, А.П. Морозов - Магнитогорск, ГОУ ВПО «МГТУ», 2011. - 22 с.

2. Матвеева, Г.Н. Экспериментальное исследование процессов теплообмена:

учебное пособие / Г.Н. Матвеева, Ю.И Тартаковский, Б.К. Сеничкин - Магнитогорск : ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2011. - 57 с.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
Comsol Multiphysics Academic Class	К-69-14 от 18.09.2014	бессрочно
FAR Manager	свободно	бессрочно
MathCAD v.15 Education University Edition	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа. Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Доска, мультимедийный проектор, экран. Учебные аудитории для выполнения курсового проектирования, помещения для самостоятельной работы обучающихся. Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступов в электронную информационно-образовательную среду университета.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Вопросы для самостоятельной подготовки

1. Понятие математической модели и общие принципы, этапы ее построения.
2. Структура погрешности. Корректность
3. Вычислительный эксперимент и адекватность моделей. Интерполирование.
4. Линейная интерполяция. Интерполяционный многочлен Ньютона. Погрешность многочлена Ньютона. Применения интерполяции.
5. Интерполяция сплайнами. Монотонная интерполяция.
6. Применение численных методов для анализа и расчета тепломассообменных и процессов
7. Численное решение алгебраических, трансцендентных и дифференциальных уравнений.
8. Сходимость интерполяции.
9. Численное дифференцирование. Полиномиальные формулы.
10. Квазиравномерные сетки. Быстропеременные функции. Регуляризация дифференцирования
11. Численное интегрирование. Полиномиальная аппроксимация.
12. Формулы Гаусса-Кристоффеля. Формулы Маркова
13. Последовательное интегрирование. Метод статистических испытаний
14. Случайные величины. Разыгрывание случайной величины. Вычисление интеграла.
15. Применение электронных таблиц для решения инженерных задач численными методами

Тест 1:

Какие матрицы можно перемножить?

Варианты ответов:

1. Матрицы с равным числом строк.
2. Матрицы с равным числом столбцов.
3. Сцепленные матрицы, у которых число столбцов первой матрицы равно числу строк второй матрицы.

Тест 2:

Что такое ранг матрицы $r(A)$?

Варианты ответов:

1. Число строк матрицы.
2. Число столбцов матрицы.
3. Максимальное число линейно-независимых столбцов (или строк) матрицы.

Тест 3:

Для каких матриц можно вычислить обратную матрицу?

Варианты ответов:

1. Для диагональных.
2. Для квадратных.
3. Для прямоугольных.
4. Для разреженных.

Тест 4:

Какие задачи называются обратными?

Варианты ответов:

1. Определение причины по следствию.
2. Определение следствия по причине.

Тест 5:

Условия корректно поставленной вычислительной задачи?

Варианты ответов:

1. Решение существует + решение единственное (однозначное)+решение устойчивое.

2. Решение существует + решение единственное (однозначное)+решение состоятельное.
3. Решение существует + решение множественное + решение состоятельное.

Тест 6:

Условие существования и единственности решения СЛАУ?

Варианты ответов:

1. Свободные члены уравнений равны нулю.
2. Ранг матрицы коэффициентов равен рангу расширенной матрицы системы.
3. Число уравнений равно числу неизвестных.

Тест 7:

Какой метод решения СЛАУ позволяет найти решение СЛАУ даже в случае неполного ранга системы?

Варианты ответов:

1. Метод Гаусса (треугольное разложение).
2. Метод ортогонального разложения.
3. Метод сингулярного разложения.

Тест 8:

1. Подмена одной функции другой называется:

- 1) Интерполяция
- 2) Экстраполяция
- 3) Аппроксимация
- 4) Сплайн.

Тест 9:

Многочлен называется:

1. Интерполяционный многочлен Лагранжа
2. Интерполяционный многочлен Ньютона
3. Интерполяционный многочлен Чебышева
4. Интерполяционный многочлен Лежандра

Тест 10:

Функция, дифференцируемая k раз, и на каждом из заданных отрезков являющаяся многочленом степени m , называется:

Варианты ответов:

1. Интерполяция
2. Экстраполяция
3. Аппроксимация
4. Сплайн.

Тест 11:

Явно-неявный метод Эйлера решения задачи Коши эквивалентен методу

Варианты ответов:

1. Трапеций
2. Предиктор-корректорному методу Адамса первого порядка
3. Предиктор-корректорному методу Адамса второго порядка
4. Милна

Тест 12:

Основной метод для решения начально-граничных задач для уравнений в частных производных называется:

Варианты ответов:

1. Сеточный метод
2. Метод касательных
3. Метод секущих
4. Метод средней точки

7 Оценочные средства проведения промежуточной аттестации (экзамена)

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ		
ПК-2: Способен к разработке предложений и выполнению работ по модернизации и реконструкции оборудования тепловых сетей		
Наименование дисциплины: Моделирование процессов гидрогазодинамики и тепломассопереноса		
ПК-2.1	Оценивает уровень технических решений направленных на повышение эффективности работы оборудования тепловых сетей	<p>1. Жидкость движется по трубопроводу, состоящему из двух участков труб разного диаметра. На первом участке трубы диаметром 100 мм, скорость течения 50 см/с, на втором участке скорость течения 20 см/с. Каков диаметр трубы на втором участке?</p> <p>2. Из открытого резервуара через круглое отверстие диаметром $d = 4,5$ см в его стенке требуется пропустить расход воды $V = 6$ л/с. Определить: а) какой напор H обеспечит заданный расход; б) как изменится расход, если к отверстию присоединить внешний цилиндрический насадок диаметром $d = 4,5$ см при вычисленном напоре H.</p> <p>3. Как изменится расход, если к отверстию диаметром 5 см присоединить внешний цилиндрический насадок того же диаметра? Напор над центром отверстия 1,2 м. Каким должен быть напор, чтобы расход, проходящий через насадок остался таким же, что и через отверстие?</p>
ПК-2.2	Проводит учет и анализ технико-экономических показателей работы оборудования тепловых сетей	<p>1. Определить потери тепла через стенку длиной 5 м, высотой 3 м, толщиной $d = 0,25$ м, если на поверхностях стенки поддерживаются температуры $t_1 = +20$ °С, $t_2 = -5$ °С, коэффициент теплопроводности стенки $\lambda = 0,6$ Вт/(м·град).</p> <p>2. Стенки топки парового котла выполнены из огнеупорного кирпича толщиной $d = 0,25$ м. Температуры на внутренней и внешней поверхностях $t_1 = 1350$°С, $t_2 = 50$°С. Теплопроводность кирпича зависит от температуры $\lambda = 0,93(1+0,00075t)$. Вычислить и изобразить в масштабе распределение температур внутри стенки на расстояниях $x_1 = 0,05$ м, $x_2 = 0,1$ м, $x_3 = 0,15$ м, $x_4 = 0,2$ м.</p> <p>3. В резервуар, содержащий 125 м³ жидкости плотностью 1760 кг/м³, закачано 224 м³ жидкости плотностью 1848 кг/м³. Определить плотность получившейся смеси.</p>

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания.

Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

Показатели и критерии оценивания зачета:

– на оценку «**зачтено**» – обучающийся демонстрирует от высокого до порогового уровня сформированности компетенций:

- всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

- основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

- в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку «**незачтено**» – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач; обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.