

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор

А.А. Каракозов
(ФИО)

« 21 » 03 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.05 Специальные вопросы моделирования гидродинамических и тепловых процессов в теплотехнологии
(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки:	13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника <small>(код и наименование подготовки / специальности)</small>
Направленность (профиль):	Теплоэнергетика, Энергетический менеджмент <small>(наименование направленности (профиля) / специализации)</small>
Программа:	Магистратура <small>(бакалавриат, магистратура, специалитет)</small>
Форма обучения:	Очная, заочная <small>(очная, заочная, очно-заочная)</small>

Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	2	2
Общая трудоёмкость в з.е./часах	3 / 108	3 / 108
Контактная работа (час.), в том числе:	55	12
Лекции (час.)	17	2
Лабораторные работы (час.)	-	-
Практические (семинарские) занятия (час.)	34	4
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	17	60
Курсовой проект (работа) (семестр/час.)	-	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экзамен, 36	экзамен, 36

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Специальные вопросы моделирования гидродинамических и тепловых процессов в теплотехнологии» составлена в соответствии с учебными планами по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника (Направленность (профиль) – Теплоэнергетика, Энергетический менеджмент) для 2023 года приёма по очной, заочной формам обучения.

Составитель:

Доцент кафедры "Промышленная теплоэнергетика", к.т.н., доцент

(подпись)

С.В. Гридин

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Промышленная теплоэнергетика».

Протокол от «15» 03 2023 года № 7.

Заведующий кафедрой

(подпись)

С.М. Сафьянц
(Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУ ВПО "ДОННТУ" по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Протокол от «15» 03 2023 года № 7

Председатель

(подпись)

С.М. Сафьянц
(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Промышленная теплоэнергетика».

Протокол от «__» _____ 20__ года № _____

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

1. ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы разработки и использования методов математического моделирования реальных процессов, происходящих в элементах систем теплотехнического и теплотехнологического оборудования.

Целью дисциплины является: изучение методик составления математических моделей теплоэнергетических объектов, установок, систем и процессов, принципов, методов и особенностей физического и математического моделирования гидродинамических и тепловых процессов в теплотехнологиях для использования в профессиональной деятельности.

Задачи изучения дисциплины: дать представление об общих принципах, этапах и условиях создания математических моделей, вычислительных алгоритмах их реализации, о методах и приемах математического моделирования гидродинамических и тепловых процессов в теплотехнологии, аппаратов и систем теплоэнергетики для решения задач энерго- и ресурсосбережения.

В результате освоения дисциплины магистр должен:

знать: основы теории, принципы и вычислительные методы математического моделирования тепловых и гидродинамических процессов в теплоэнергетических объектах, установках, системах и процессах; научные основы классификации моделей, их свойства, принципы и способы построения с использованием методов конечно-разностного анализа; приведение математических моделей к критериальной форме; особенности моделирования стационарных и динамических режимов; основные тепловые, термодинамические, технологические и экономические параметры, влияющие на работу теплоэнергетических установок и систем; законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам; основы алгоритмизации задач современной теплоэнергетики; возможности новейших компьютерных технологий для решения задач моделирования сложных теплоэнергетических процессов и систем; возможные варианты представления и оформления полученных результатов математического моделирования;

уметь: разрабатывать математические модели гидродинамических и тепловых процессов в теплотехнологии и находить решения при заданных условиях; обосновать на основе критериев подобия выбор математической модели исследуемого теплоэнергетического объекта; составлять и выполнять расчеты топливного, энергетического и материального балансов с их предварительным структурным анализом; самостоятельно моделировать гидродинамические и тепловые процессы в элементах конструкции тепловых и теплотехнических установок; использовать современные компьютерные методы и средства одной из программных сред для реализации и исследования математических моделей;

владеть: навыками обобщения и анализа математических моделей; основами расчета процессов гидродинамики и теплообмена в элементах теплотехнического оборудования путем создания их моделей; математическими методами расчета, анализа и оценки энергетических потерь, потенциала

энергоснабжения и резервов экономии топлива на предприятиях энергетики, промышленности и жилищно- коммунального хозяйства; методами построения математических моделей для задач, возникающих в инженерной практике и численными методами их решения; навыками проведения технологических расчетов на основе математических методов моделирования.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

для направленности (профиля) «Теплоэнергетика»:

- УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий;
- ПК-1 Способностью использовать знания фундаментальных разделов для понимания и описания процессов в машинах и аппаратах теплотехнического оборудования, системах генерации, транспорта и потребления тепла и технологических энергоносителей.

для направленности (профиля) «Энергетический менеджмент»:

- УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий;
- ПК-1 Способен к проектно-конструкторской деятельности в сфере теплоэнергетики и теплотехники;
- ПК-3 Способен к научно-исследовательской деятельности в сфере теплоэнергетики и теплотехники.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана подготовки магистра по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направления подготовки (профиля) «Теплоэнергетика», «Энергетический менеджмент».

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: учебного плана программы бакалавриата: «Высшая математика», «Физика», «Информатика», «Химия», «Теоретическая механика», «Техническая термодинамика», «Тепломассообмен», «Гидрогазодинамика», «Техническая механика жидкости и газа», «Инженерные методы эксперимента и САПР», «Материаловедение и технологии металлов», «Теория сжигания и горелочные устройства», «Котельные установки промышленных предприятий», «Источники и системы теплоснабжения», «Физико-химические процессы в теплоэнергетике», «Автоматизация энергетических установок», «Теплотехнические процессы и установки», «Технологии генерации электрической и тепловой энергии», «Математические методы и модели», «Математические задачи энергетики», а также учебного плана программы магистратуры: «Методология и методы научных исследований», «Методы обработки и представления результатов исследования гидродинамических и

тепловых процессов в теплоэнергетике», «Современные технологии в топливно-энергетическом комплексе».

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при выполнении курсового проекта по дисциплине «Энергосбережение при транспорте и распределении теплоты», изучении дисциплины «Теоретические основы энергетики возобновляемых источников», прохождении производственной практики: научно-исследовательская работа; производственной практики: технологическая; производственной практики: преддипломная практика и государственной итоговой аттестации при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная/заочная форма)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Практ.	Лабор.	СР
Тема 1. Общая характеристика целей и задач математического моделирования теплотехнологических процессов, установок и систем.	2/5	1/1	0/0	0/0	1/4
Тема 2. Виды и классы математических моделей.	6/6	2/0	2/0	0/0	2/6
Тема 3. Этапы разработки математических моделей.	6/6	2/0	2/0	0/0	2/6
Тема 4. Этапы численного моделирования.	6/8	2/0	2/0	0/0	2/8
Тема 5. Классификация погрешностей численного решения.	6/10	2/0	2/0	0/0	2/10
Тема 6. Математическое описание гидродинамических и тепловых процессов в теплотехнологии.	8/11	2/1	4/0	0/0	2/10
Тема 7. Математические модели теплоэнергетики.	8/13	2/1	4/2	0/0	2/10
Тема 8. Математическая модель перевода парового котла на непроектное топливо	14/15	2/1	10/4	0/0	2/10
Тема 9. Математическая модель теплового состояния здания.	12/10	2/0	8/0	0/0	2/10
Контактная работа (дополнительная)	4/6				
Курсовая работа (проект)	0/0				
Итого по видам занятий	72/90	17/4	34/6	0/0	17/74
Контроль	36/18				
ИТОГО	108/108				

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
УК-1	Темы 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9
ПК-1	Темы 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9
ПК-3 (Энергетический менеджмент)	Тема 1, 7, 8, 9

3.2. Лекции

Тема 1. Общая характеристика целей и задач математического моделирования теплотехнологических процессов, установок и систем.

Содержание темы 1:

Введение. Общая характеристика целей и задач математического моделирования гидродинамических и тепловых процессов в теплотехнологии.

Литература к теме 1: [[1](#), [2](#), [3](#), [4](#)]

Тема 2. Виды и классы математических моделей.

Содержание темы 2:

Понятие математической модели. Виды и классы математических моделей, общие принципы построения. Преимущества теории и эксперимента в математическом моделировании. Историческое развитие математического моделирования.

Литература к теме 2: [[1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [6](#)]

Тема 3. Этапы разработки математических моделей.

Содержание темы 3:

Этапы математического моделирования. Физическая постановка задачи исследования. Построение математической модели. Разработка блок-схемы алгоритма реализации модели на компьютере.

Литература к теме 3: [[1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#)]

Тема 4. Этапы численного моделирования.

Содержание темы 4:

Основные этапы вычислительного эксперимента. Выбор численного метода реализации математической модели. Разработка вычислительного алгоритма решения задачи; составление программы. Составление программы на языке программирования высокого уровня. Тестирование и отладка программы. Счет по отлаженной программе. Анализ и обработка результатов счета.

Литература к теме 4: [[1](#), [2](#), [3](#), [4](#)]

Тема 5. Классификация погрешностей численного решения.

Содержание темы 5:

Классификация погрешностей численного решения. Неустраняемая погрешность. Погрешность математической модели. Погрешность входных данных. Погрешность численного метода. Погрешность округления.

Литература к теме 5: [2, 4, 6]

Тема 6. Математическое описание гидродинамических и тепловых процессов в теплотехнологии.

Содержание темы 6:

Математическое описание закономерностей явлений переноса тепловой энергии. Математическое описание закономерностей явлений переноса вещества. Математическое описание закономерностей явлений переноса количества движения.

Литература к теме 6: [2, 3, 5]

Тема 7 Математические модели теплоэнергетики.

Содержание темы 7:

Основные виды математических моделей гидродинамических и тепловых процессов в теплотехнологиях теплоэнергетики. Математическое моделирование потребления топлива тепловыми электростанциями.

Литература к теме 7: [2, 3, 5, 6].

Тема 8 Математическая модель перевода парового котла на непроектное топливо.

Содержание темы 8:

Математическое моделирование перевода пылеугольного котла на непроектное топливо. Цель, алгоритм и допущения математической модели. Уравнения математической модели: уравнение изменения массы массовых компонент газовой смеси; уравнение движения газовой смеси; уравнение состояния газовой смеси; нагрев и сушка частицы; уравнение теплового баланса при догорании коксового остатка; уравнение сохранения энергии газовой смеси. Анализ результатов исследований.

Литература к теме 7: [2, 3].

Тема 9 Математическая модель теплового состояния здания.

Содержание темы 9:

Математическая модель теплового состояния здания. Тепловой баланс помещения. Математические модели расчета: массового расхода теплоносителя системы отопления здания; массового расхода воздуха на инфильтрацию и вентиляцию помещения; теплоотдачи внутренних и наружных поверхностей ограждающих конструкций здания; коэффициента теплопередачи остекленных проемов.

Литература к теме 7: [2, 5, 7].

3.3. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Тема занятия	Объем, час. очн/заочн	Литерату ра
1	Основные понятия математического моделирования.	2/0	[1, 2, 5]
2	Математическая модель конвективного теплообмена.	4/0	[2, 3]
3	Расчет потребления топлива тепловыми электростанциями.	4/1	[2, 5]
4	Расчет процесса нагрева и сушки частицы твердого топлива.	6/1	[2, 4]
5	Расчет процесса горения частицы твердого топлива.	6/2	[2, 5]
6	Расчет параметров процесса теплоотдачи внутренних и наружных поверхностей ограждающих конструкций здания.	6/1	[2, 7]
7	Расчет коэффициента теплопередачи остекленных проемов.	6/1	[2, 7]
Итого:		34/6	

3.4. Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час.	Литерат ура
1	Лабораторные занятия не планируются.	0	

3.5. Самостоятельная работа магистранта

№ п/п	Виды самостоятельной работы магистранта	Объем, час.
1	Изучение лекционного материала	10/11
2	Подготовка к практическим занятиям	7/11
3	Подготовка к лабораторным работам	0/0
4	Выполнение курсового проекта	0/0
5	Выполнение курсовой работы	0/0
6	Выполнение индивидуального задания	0/12
Итого:		17/34

3.6. Курсовой проект (работа)

Курсовой проект (работа) по дисциплине учебным планом не предусмотрен.

Предусмотрено выполнение индивидуального задания по дисциплине учебным планом для заочной формы обучения. Тематика индивидуального задания связана с самостоятельным выполнением расчетной работы по темам дисциплины, которые не рассматриваются на лекциях и практических занятиях и изучаются студентом самостоятельно в соответствии с [6] и с учетом специфики программ подготовки магистров. Работа, выполняемая студентом в соответствии с методическими указаниями [6] по индивидуальной работе, предназначена для использования приобретенных знаний при решении задач расчета процессов стационарной теплопроводности и конвективного теплообмена при нахождении совместного решения уравнений теплопередачи и теплового баланса регенеративного поверхностного подогревателя ТЭС приближенными методами инженерных расчетов (графоаналитическим методом и методом половинного деления отрезка).

Объем учебной нагрузки при выполнении одного индивидуального задания – 12 часов.

Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – не более 12 страниц формата А4 (210×297 мм). Отчет по РДР должен содержать: титульный лист с названием работы, фамилией студента и номером варианта; задание; исходные данные; расчетную часть; графики и выводы.

4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющая компетенции – полнота знаний

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы/ответы на два вопроса из трех полностью отсутствуют. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, не точные и аргументированные ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований. Допущено много грубых ошибок;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

Составляющая компетенции – умения

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;

- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой зарубежный опыт, нормативно-правовые акты.

Составляющая компетенции – владение навыками

- нулевой уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- минимальный уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию на пороговом уровне. Трудовые действия выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет средним опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Трудовые действия выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет опытом и достаточно выраженной личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия;
- высокий уровень: владеет опытом и выраженностью личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

- нулевой уровень: компетенции не сформированы;
- минимальный уровень: значительное количество компетенций не сформировано;
- пороговый уровень: все компетенции сформированы, но большинство на пороговом уровне;
- средний уровень: все компетенции сформированы на среднем уровне;
- продвинутый уровень: все компетенции сформированы на среднем или высоком уровне;
- высокий уровень: все компетенции сформированы на высоком уровне.

4.2 Пример контрольного опроса на практических занятиях.

Вопросы контрольного опроса на примере темы 2 «Виды и классы математических моделей»:

1. Какие цели преследует математическое моделирование в общем случае?
2. Перечислите основные классы математических моделей тепловых процессов в теплоэнергетике.
3. Дайте характеристику детерминированных, стохастических и комбинированных математических моделей.
4. К какому типу относится математическая модель горения угольной частицы?
5. Возможно ли на основе математической модели горения угольной частицы определить ресурсо- или энергосберегающие режимы технологии выработки тепловой энергии?
6. Перечислите преимущества математического моделирования в сравнении с натурным экспериментом.
7. Какие достоинства математического моделирования по сравнению с опытно-промышленными исследованиями технологии Вы знаете?
8. В каком случае математическая модель считается адекватной реальному технологическому процессу?

Ответы на вопросы входного контроля учитываются преподавателем в результатах текущего контроля работы студента.

4.3. Критерии оценивания результатов обучения

Оценивание уровня освоения студентом учебного материала дисциплины «Специальные вопросы моделирования гидродинамических и тепловых процессов в теплотехнологии» производится в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации (семестрового контроля).

Текущий контроль знаний студентов предназначен для контроля и оценки: качества усвоения студентами теоретических разделов дисциплины; знаний, умений и навыков, полученных на практических занятиях по дисциплине; самостоятельной работы студентов.

Текущий контроль знаний студента осуществляется по результатам:

а) активности и систематической работы студента на занятиях и правильных ответов на вопросы, адресованные преподавателем студентам в ходе проведения лекционных и практических занятий,

б) контрольных опросов и самостоятельного решения типовых задач по разделам курса в ходе проведения практических занятий.

При пропуске практического занятия соответствующее задание должно быть выполнено дома и по нему должен быть представлен отдельный отчет, который подлежит защите в ходе собеседования.

Распределение баллов текущего контроля работы студентов на протяжении семестра приведено в таблице 1.

Таблица 1

Наименование вида работ	Количество баллов		Примечание
	за каждое занятие	за семестр	
Для студентов очной формы обучения			
Текущая учебная работа (работа на лекциях)	0-1	0-17	Зависит от активности студента (из расчёта 17 лекционных занятий) и правильности его ответов на вопросы преподавателя.
Текущая учебная работа (работа на практических занятиях)	0-2	0-34	Зависит от активности студента (из расчёта 17 аудиторных занятий). Оценивается каждое занятие.
Контрольные опросы (работа на практических занятиях)	0-4	0-8	В зависимости от правильности и полноты ответов.
Решение типовых задач (работа на практических занятиях)	0-4	0-24	В зависимости от правильности и полноты решения задачи.
Текущая самостоятельная работа (подготовка к аудиторным занятиям; выполнение домашних заданий)	0-1	0-17	Зависит от степени готовности студента к аудиторным занятиям и качества выполнения домашних заданий
Итого:		100	Максимально возможное
Для студентов заочной формы обучения			
Текущая учебная работа (работа на лекциях)	0-1	0-2	Зависит от активности студента и правильности его ответов на вопросы преподавателя.
Текущая учебная работа (работа на практических занятиях)	0-2	0-6	Зависит от активности студента на аудиторных занятиях
Текущая самостоятельная работа (подготовка к аудиторным занятиям; выполнение домашних заданий)	0-1	0-8	Зависит от степени готовности студента к аудиторным занятиям и качества выполнения домашних заданий
Итого:		16	Максимально возможное

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена в соответствии с «Положением об организации учебного процесса в Донецком национальном техническом университете», утвержденном приказом ДонНТУ от 02.05.2018г. № 337-14.

Форма проведения экзамена – письменная. Экзаменационный билет содержит один теоретический вопрос и восемь тестовых вопросов по темам дисциплины, а также одно практическое задание. При ответе на теоретический и тестовые вопросы студент обязан не только указать возможный правильный вариант ответа, но и аргументировано обосновать свой выбор, демонстрируя свои знания по дисциплине. При решении практического задания необходимо привести верное решение, продемонстрировать умение обосновывать показатели и делать выводы.

Индивидуальное консультирование осуществляется каждую неделю по графику, который доводится до студентов в начале семестра. Групповые консультации осуществляются перед сдачей семестрового экзамена.

Максимально возможное количество баллов за правильный ответ на экзаменационный билет – 50 баллов, при этом для успешной сдачи экзамена (оценка «удовлетворительно» и выше) студенту необходимо набрать не менее 30 баллов. Максимально возможное количество баллов: за правильный ответ на теоретический вопрос - двенадцать (12) баллов, за правильные ответы на все восемь тестовых вопросов по темам дисциплины - восемь (8) баллов, за верно решенную практическую задачу – тридцать (30) баллов.

Уровень выполнения заданий экзаменационного билета оценивается следующим образом:

Количество баллов	Характеристика требований к результатам ответов на теоретический вопрос экзаменационного билета
Ответ на теоретический вопрос (1 вопрос, максимальная сумма баллов - 12)	
12	Выставляется в случае, если ответ подтверждает владение студентом знаниями в полном объеме учебной программы, материал изложен в логической последовательности с выделением главного, содержит точные формулировки, сопровождается иллюстрирующими схемами и рисунками (при необходимости).
10-11	Выставляется при полном и обоснованном ответе и наличии отдельных несущественных недостатков.
7-9	Выставляется при неполном ответе на вопрос.
4-6	Выставляется при ответе с существенными ошибками.
1-3	Выставляется при отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос.
0	Выставляется при полном отсутствии ответа.
Ответ на вопрос теста (8 вопросов, максимальная сумма баллов - 8)	
1	Правильный ответ на поставленный тестовый вопрос.
0	При отсутствии правильного ответа.
Решение практической задачи (1 задача, максимальная сумма баллов - 30)	
28 - 30	студент полностью решил задачу, получил правильный ответ и привел полное его обоснование. Решение задачи на бумаге качественно оформлено, изложено в лаконичной форме, логично, последовательно и аргументированно;
25 - 27	студент получил правильный ответ, но он недостаточно обоснован (либо ответ не приведен в конце задачи) или решение задачи содержит незначительные не принципиальные неточности и исправления;
20 - 24	студент получил ответ, записал правильный ход решения задачи, но в процессе решения допустил ошибку вычислительного или логического (при обосновании) характера; допустил неточности в обозначениях;
15 - 19	студент существенно приблизился к правильному конечному результату или начал решать задачу правильно, но в процессе решения допустил ошибки в применении необходимого утверждения или формулы и в результате нашел лишь часть правильного ответа; при изложении решения задачи на бумаге допущена некоторая непоследовательность;
8 - 14	студент лишь начал правильно решать задачу или начал решать ее ошибочным путем, но в дальнейшем отдельные этапы решения выполнил правильно (выполнил тождественные преобразования, решил уравнение и тому подобное); материалы решения задачи изложены на бумаге не в полном объеме, с исправлениями и имеют существенные ошибки принципиального характера;
1 - 7	выставляется в случае, если решение задачи не отвечает ни одному из вышеприведенных критериев (выбраны неверные принципы решения, задача неверно решена, ответ неправилен, отсутствуют числовые расчеты и тому подобное);
0	выставляется в случае, если студент не начал решать задачу (полное отсутствие

Количество баллов	Характеристика требований к результатам ответов на теоретический вопрос экзаменационного билета
	решения) либо подменил условия задачи.
Максимальная сумма баллов - 50	

Полученные баллы за ответы на задания билета суммируются и с учётом результатов текущего контроля работы студента выводится итоговая за семестр оценка по 100-балльной шкале.

Итоговая за семестр оценка успешности студента по учебной дисциплине формируется суммированием оценок успешности студента по каждому виду работы студента:

Виды работы студента	Возможное количество баллов	
	Для студентов очной формы обучения	Для студентов заочной формы обучения
Текущая учебная работа (работа на лекциях)	8	2
Текущая учебная работа (работа на практических занятиях)	8	6
Контрольные опросы (работа на практических занятиях)	4	не предусмотрено
Решение типовых задач (работа на практических занятиях)	10	не предусмотрено
Текущая самостоятельная работа (выполнение и защита домашнего задания - реферата)	20	20
Индивидуальное задание	не предусмотрено	22
Задания итогового контроля (экзамен)	50	50
Всего	100	100

Перевод итоговой за семестр оценки успешности студента по учебной дисциплине из 100-балльной шкалы в оценку по национальной шкале и по шкале ECTS осуществляется в соответствии со шкалой соответствия, приведенной в «Положении об организации учебного процесса в Донецком национальном техническом университете», утвержденном приказом ДОННТУ от 02.05.2018 г. №337-14:

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по шкале ECTS	Оценка по национальной шкале
90-100	A	отлично
80-89	B	хорошо
75-79	C	
70-74	D	
60-69	E	удовлетворительно
35-59	FX	неудовлетворительно с возможностью повторной сдачи
1-34	F*	неудовлетворительно с обязательным повторным изучением дисциплины

* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I Основная литература

1. Ячиков И.М. Введение в математическое моделирование [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / И.М. Ячиков ; ФГБОУ ВПО "Магнитогор. гос. техн. ун-т им. Г.И. Носова". - 1 Мб. - Магнитогорск : Изд-во МАИ, 2012. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. — Режим доступа: <http://ed.donntu.ru/books/17/cd6874.pdf> — Загл. с титула экрана.

II Дополнительная литература

2. Захаров, Н.И. Математические модели и методы численного моделирования теплофизических процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.И. Захаров, С.В. Гридин. -2,27Мб - Донецк : Цифровая типография, 2017. - 120 с. – 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. — Режим доступа: http://ea.donntu.ru:8080/jspui/bitstream/123456789/34239/1/Матмодели_и_методы_Захаров_Гридин.pdf — Загл. с титула экрана.
3. Основы современных энерготехнологий [Электронный ресурс] : математическое моделирование тепломассообменных процессов и горения в энергетических устройствах : учебно-методическое пособие / Сиб. федер. ун-т; сост.: М.Ю. Чернецкий, А.А. Дектерев. - 1 Мб. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2013. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. — Режим доступа: <http://ed.donntu.ru/books/cd5244.pdf> — Загл. с титула экрана.
4. Алексеев, Г. В. Математические методы в инженерии [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие / Г. В. Алексеев // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Ун-т ИТМО, 2014. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67259.html> – Загл. с титула экрана.

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДОННТУ:

5. Методические указания к проведению практических занятий по дисциплине «Специальные вопросы моделирования гидродинамических и тепловых процессов в теплотехнологии» и «Специальные вопросы моделирования гидродинамических и тепловых процессов тепловых электрических станций» [Электронный ресурс] : для обучающихся уровня профессионального образования «магистратура» по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (магистерские программы «Теплоэнергетика», «Тепловые электрические станции, «Энергетический менеджмент») всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Кафедра промышленной теплоэнергетики; сост.: С. В. Гридин – Электрон. дан. (1 файл). – Донецк : ДОННТУ, 2020. – 77 с. – Систем. требования Acrobat Reader. – Режим доступа: http://kpt.fmt.donntu.ru/sites/default/files/10_b1v4_p_svmgitpvt.pdf

6. Методические указания к выполнению индивидуальных заданий по дисциплинам «Специальные вопросы моделирования гидродинамических и тепловых процессов в теплотехнологии» и «Специальные вопросы моделирования гидродинамических и тепловых процессов тепловых электрических станций» [Электронный ресурс] : для обучающихся уровня профессионального образования «магистратура» по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (магистерские программы «Теплоэнергетика», «Тепловые электрические станции, «Энергетический менеджмент») всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Кафедра промышленной теплоэнергетики; сост.: С. В. Гридин – Электрон. дан. (1 файл). – Донецк : ДОННТУ, 2020. – 15 с. – Систем. требования Acrobat Reader. – Режим доступа: http://kpt.fmt.donntu.ru/sites/default/files/10_b1v4_r_svmgitpvt.pdf
7. Методические рекомендации к самостоятельной работе студентов по дисциплинам «Специальные вопросы моделирования гидродинамических и тепловых процессов в теплотехнологии» и «Специальные вопросы моделирования гидродинамических и тепловых процессов тепловых электрических станций» [Электронный ресурс] : для обучающихся уровня профессионального образования «магистратура» по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (магистерские программы «Теплоэнергетика», «Тепловые электрические станции, «Энергетический менеджмент») всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Кафедра промышленной теплоэнергетики; сост.: С. В. Гридин – Электрон. дан. (1 файл). – Донецк : ДОННТУ, 2020. – 22 с. – Систем. требования Acrobat Reader.: – Режим доступа: http://kpt.fmt.donntu.ru/sites/default/files/10_b1v4_s_svmgitpvt.pdf

Электронно-информационные ресурсы

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.ru/library>

Internet-ресурсы

И1. Курс лекций по методам приближенных расчетов - <http://elib.ispu.ru/library/math/>

И2. Перечень ссылок на литературные источники по вычислительным методам механики жидкости и газа. Раздел «Fluid mechanics and CFD literature» - <http://www.ucoz.ru/>

И3. Моделирование процессов горения в камере дожига когенерационной установки в ANSYS CFD - <http://www.cfd-blog.ru/modeling-of-combustion/>

И4. Сайт Техноцентра компьютерного инжиниринга при кафедре теоретической физики Уральского государственного технического университета (УПИ) - <http://cae.ustu.ru>

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Учебная аудитория (лаборатория) №5.151 учебный корпус 5 для проведения занятий **лекционного типа**, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля (специализированная мебель: доска аудиторная, столы преподавателя и аудиторные, стулья преподавателя и аудиторные, шкафы; мультимедийное оборудование: переносной компьютер (notebook) HP ProBook6560B (операционная система Linux Ubuntu 12.04 LTS (GNU GPL), LibreOffice 3.4.3 (GNU GPL)), переносной компьютер (notebook) Toshiba Sattelite 1805 (операционная система Linux Xubuntu 12.04.1 LTS (GNU GPL), Abiword 2.9.2 (GNU GPL)), переносной компьютер (notebook) ASUS X-51L (операционная система Linux Ubuntu 10.04 LTS (GNU GPL), OpenOffice.org 2.4 (GNU GPL)), аудиоколонки F&D, аудиоколонки Teac 80W, кодоскоп ПОЛИЛЮКС (2 шт.), переносной мультимедийный проектор OPTOMA EP774, переносной экран (2 шт.); оборудование: вольтметр М-381, компрессор универсальный УК-2, кондиционер воздуха Азербайджан-4м (макет), лабораторная установка для изучения процессов теплопередачи, лабораторная установка «Исследование коэффициента теплоотдачи», лабораторная установка исследования теплопроводности, лабораторная установка «Исследование теплопроводности - ТМО 1б», лабораторная установка ТМО 2А, лабораторная установка ТМО 2б, лабораторная установка ТМО 3А, микровольт-микроамперметр Ф 116/2, потенциометр КСП-4/ЭПП-09 (3 шт.), прибор определения коэффициента теплопроводности ИТ-3, пылесос Буран-3, регулятор напряжения РНШ Э-378 (4 шт.), сетевой фильтр удлинитель, трансформатор «Латр-2М», электрополотенце; комплект переносного оборудования (газоанализатор МАК-2000М; газоанализатор W-TEST-8200, толщиномер ультразвуковой ТТ 100, комплект расходомериста Лебедь КР 01, комплект для поиска скрытых коммуникаций LKZ-700, токоизмерительные клещи ВМ 151, дальномер лазерный Disto D3а, термометр контактный ТК-5.11 с зондом, толщиномер ультразвуковой ТУЗ-1, люксметр ТЕС 0693, пирометр ЭПiR-632, шумомер DB 100, прибор многофункциональный АМІ 300 CLA (определение параметров окружающей среды), фотоаппарат CANON EOS-450D в комплекте, фотоштатив Continent B1 Н=420-1300 мм.); учебно-наглядные пособия: комплект информационных учебно-наглядных пособий в соответствии с видом учебной деятельности; набор учебных видеофильмов в цифровом формате по моделированию процессов и явлений в системе ANSYS: «Моделирование теплового состояния помещения», «Моделирование теплообменника», «Основные принципы моделирования горения», «Численное решение задач гидродинамики», «Численное моделирование вихревого течения жидкой среды», «Численное моделирование процесса перемешивания жидкости», «Численное моделирование структуры турбулентного пограничного слоя» и др.).

2. Учебная аудитория (компьютерный класс) №5.153 учебный корпус 5 для проведения **практических занятий** (специализированная мебель: доска аудиторная, столы преподавателя и аудиторные, стулья преподавателя и аудиторные, шкафы;

мультимедийное оборудование: экран стационарный ЭЛ-4; переносной компьютер (notebook) HP ProBook6560B (операционная система Linux Ubuntu 12.04 LTS (GNU GPL), LibreOffice 3.4.3 (GNU GPL)), переносной компьютер (notebook) Toshiba Sattelite 1805 (операционная система Linux Xubuntu 12.04.1 LTS (GNU GPL), Abiword 2.9.2 (GNU GPL)), переносной компьютер (notebook) ASUS X-51L (операционная система Linux Ubuntu 10.04 LTS (GNU GPL), OpenOffice.org 2.4 (GNU GPL)), аудиоколонки F&D, аудиоколонки Теас 80W, кодоскоп Полилюкс (2 шт.), переносной мультимедийный проектор OPTOMA EP774, переносной экран (2 шт.); оборудование: HUB TP 1008C; стационарные компьютеры: на базе IntelCore 2Duo (Dual Core) – 2 шт.; на базе Intel Celeron – 4 шт. (программное обеспечение: операционная система Linux Ubuntu 12.04 LTS (18.04 LTS) (GNU GPL), LibreOffice 3.4.3 (LibreOffice 5.3.4) (GNU GPL), GIMP (GNU GPL), AVIDEMUX (GNU GPL), GNU PSPP (GNU GPL)), копировальный аппарат Canon FC-224/226, принтер HP LJ 1200, принтер Canon LBP 810; комплект переносного оборудования (газоанализатор МАК-2000М; газоанализатор W-TEST-8200, толщиномер ультразвуковой ТТ 100, комплект расходомериста Лебедь КР 01, комплект для поиска скрытых коммуникаций LKZ-700, токоизмерительные клещи ВМ 151, дальномер лазерный Disto D3a, термометр контактный ТК-5.11 с зондом, толщиномер ультразвуковой ТУЗ-1, люксметр ТЕС 0693, пирометр ЭПiR-632, шумомер DB 100, прибор многофункциональный АМi 300 CLA (определение параметров окружающей среды), фотоаппарат CANON EOS-450D в комплекте, фотоштатив Continent B1 H=420-1300 мм.); учебно-наглядные пособия: комплект информационных учебно-наглядных пособий в соответствии с видом учебной деятельности).

3. Помещения для **самостоятельной работы** с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2,3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС- Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 – общественная лицензия MPL 2.0/ Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3/ Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL.