

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им.
Н.И. Лобачевского»

Институт информационных технологий, математики и механики
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
(протокол от 16.06.2021 г. №8)

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Основы термодинамики и теплопере-
дачи

Уровень высшего образования
бакалавриат

Направление подготовки / специальность
01.03.01 Математика

Направленность образовательной программы
Общий профиль

Квалификация (степень)
бакалавр

Форма обучения
очная

Нижний Новгород
2018 год

1. Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Относится к факультативной части ОПОП (ФТД.В.02). Освоение возможно начиная с 7 семестра (4 курс, осенний семестр).

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	ФТД. Факультативы	Дисциплина ФТД.02 <i>Основы термодинамики и теплопередачи</i> является факультативом в ОПОП направления подготовки 01.03.01 <i>Математика</i>

2. Целями освоения дисциплины являются: получение базовых знаний по термодинамике и теплопередаче, включая следующие вопросы: понятие термодинамической системы, температуры и теплоты, состояния вещества; первого и второго начал термодинамики, энергии, энтропии, энтальпии, производства энтропии диффузией и ее изменения вследствие фазовых переходов; принципы экстремумов и общие термодинамические соотношения равновесной термодинамики, основы термодинамики газов, жидкостей, твердых тел и фазовых переходов; элементы термодинамики излучения; основные положения линейной неравновесной термодинамики включая локальное производство энтропии, уравнение материального баланса и баланса энтропии, соотношения взаимности Онсагера и принцип симметрии, приложение теории линейной неравновесной термодинамики к процессам диффузии и термодиффузии; основ теплопередачи посредством теплопроводности, конвекции, излучения, теплообмена при фазовых превращениях, принципов теплообменных аппаратов и их теплового расчета. При освоении дисциплины вырабатываются навыки математического и физического подходов к проблеме моделирования разнообразных физических явлений: умение логически мыслить, формулировать математические модели и постановки задач, проводить анализ уравнений и построение решений, применять полученные знания для решения актуальных практических задач. Получаемые знания лежат в основе естественнонаучного образования и необходимы для понимания и освоения задач математического моделирования.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень освоения – при наличии в карте компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-1 готовность использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности завершающий этап	У1 (ОПК-1) Уметь решать стандартные задачи профессиональной деятельности. З1 (ОПК-1) Знать подходы и методы решения стандартных задачи профессиональной деятельности. В1 (ОПК-1) Владеть средствами решения стандартных задач профессиональной деятельности.

4. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных единицы, всего 72 часа, из которых 33 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (16 часов занятия лекционного типа, 16 часов практические занятия, 1 час промежуточной аттестации), 39 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Содержание дисциплины (модуля)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)		В том числе												Самостоятельная работа обучающегося, часы
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы										Всего		
	из них														
	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	
1 Понятие термодинамических систем, их классификация. Понятие температуры и теплоты, состояния вещества. Энергия и первое начало термодинамики. Приложения первого начала термодинамики. Энтропия и второе начало термодинамики Энтропия в обратимых и необратимых процессах. Изменение энтропии вследствие фазовых переходов. Энтальпия идеального газа.	18			4		4							8		10
2. Равновесная термодинамика. Принципы экстремумов, общие термодинамические соотношения, термодинамические потенциалы. Основы термодинамики газов жидкостей и твердых тел. Фазовые переходы. Термодинамика излучения.	18			4		4							8		10
3. Линейная неравновесная термодинамика. Локальное производство энтропии. Уравнение материального баланса. Уравнение баланса энтропии. Соотношения взаимности Онсагера и принцип симметрии. Диффузия и термодиффузия. Теп-	18			4		4							8		10

лопроводность в анизотропных твердых телах.																			
4. Интегральный закон сохранения энергии, внутренняя энергия, вектор потока тепла. Дифференциальное уравнение энергии. Частные случаи уравнения энергии. Теплопередача посредством теплопроводности, конвекции, излучения и ее моделирование. Теплообмен при фазовых превращениях. Принципы теплового расчета теплообменных аппаратов.	1 7			4			4								8			9	
В т.ч. текущий контроль	2																		
Промежуточная аттестация: зачет																			

Текущий контроль успеваемости проходит в рамках занятий практического типа, групповых или индивидуальных консультаций. Итоговый контроль осуществляется на зачете.

5. Образовательные технологии

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов. Активные и интерактивные формы, проектно-ориентированный подход, лекции, практические занятия, зачет. Из традиционных методов преподавания используются: рассказ по теме. Из активных и интерактивных методов преподавания используются различные методы обсуждения индивидуальных случаев, различных точек зрения на те или иные проблемы, дискуссии по отдельным вопросам.

В течение семестра студенты решают задачи, указанные преподавателем.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов.

В рамках дисциплины предусмотрены следующие виды самостоятельной работы

1. повторение пройденного на занятиях материала,
2. самостоятельное изучение отдельных вопросов программы,
3. подготовка к практическим занятиям,

7. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

- 7.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования.

Дисциплина направлена на развитие компетенции:

- готовность использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности (ОПК-1);

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: основные понятия и законы термодинамики, способы теплопередачи (понятие термодинамической системы, температуры, теплоты, энергии, энтропии, энтальпии; первое и второе начало термодинамики; общие термодинамические соотношения равновесной термодинамики; элементы линейной неравновесной термодинамики включая производство энтропии и принцип взаимности Онсагера; принципы и базовые модели теплопередачи посредством теплопроводности, конвекции и излучения). Студенты должны понимать логические связи между разделами курса.

Уметь: адекватно подойти к проблеме моделирования данного физического явления, формулировать математическую модель и постановку задачи для описания исследуемого процесса, проводить анализ уравнений и построение решения, применять полученные знания для решения актуальных практических задач.

Владеть: основными понятиями и методами термодинамики и теплопередачи.

По дисциплине в процессе обучения предусмотрен текущий контроль успеваемости, который сопряжен с оценкой сформированности компетенций. Текущий контроль успеваемости проходит в форме индивидуальной защиты самостоятельной проектной (контрольной) работы.

При текущей и промежуточной аттестации успеваемости по дисциплине проводится оценка сформированности следующих компонентов компетенций: знания, умения, владения, способности, мотивации.

Индикаторы (дескрипторы) сформированности компетенций, которые используются при контроле текущей успеваемости и промежуточной аттестации, размещены в таблице. Для оценки сформированности компетенций используются 4-балльная шкала.

ОПК-1 Готовность использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности

Планируемые результаты обучения* (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
	1	2	3	4
ЗНАТЬ: основные методы решения стандартных задач	Отсутствие знаний или фрагментарное знание основных методов решения стандартных задач	В целом успешное, но не систематическое знание основных методов решения стандартных задач	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знание основных методов решения стандартных задач	Успешное и систематическое знание основных методов решения стандартных задач

Планируемые результаты обучения* (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
	1	2	3	4
УМЕТЬ: находить, анализировать и использовать методы решения стандартных задач	Отсутствие умений или частично освоенное умение находить и использовать методы решения стандартных задач	В целом успешное, но не систематически освоенное умение находить и использовать методы решения стандартных задач	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение находить, анализировать и использовать методы решения стандартных задач	Сформированное умение находить, анализировать и использовать методы решения стандартных задач
ВЛАДЕТЬ: навыками решения стандартных задач	Отсутствие знаний или фрагментарные навыки решения стандартных задач	Общие, но не структурированные навыки решения стандартных задач	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы навыки решения стандартных задач	Сформированные систематические навыки решения стандартных задач

7.2. Описание шкал оценивания.

Используется традиционная форма аттестации — **зачет**. Шкала оценивания «зачтено, не зачтено».

Итоговый контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде зачета, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала
- способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Шкала оценок в соответствии со стандартом	Описание оценки
Зачтено	Удовлетворительная или более высокая подготовка. Студент, как минимум, показывает знание базовых понятий, удовлетворительно отвечает на вопросы, демонстрируя понимание материала, и может решить типовую задачу.
Незачтено	Неудовлетворительная подготовка. Студент показывает неудовлетворительное знание основ курса и базовых понятий, не дает удовлетворительных ответов на вопросы, не решает типовых задач.

7.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций (если дисциплина (модуль) завершает освоение какой-то компетенции, то критерии и процедуры оценивания формируются под итоговый контроль освоения данной компетенции).

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- индивидуальное собеседование,
- письменные ответы на вопросы.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

- практические контрольные задания (далее – ПКЗ), включающих одну или несколько

задач (вопросов) в виде краткой формулировки действий (комплекса действий), которые следует выполнить, или описание результата, который нужно получить.

Типы практических контрольных заданий:

- задания на установление правильной последовательности, взаимосвязанности действий, выяснения влияния различных факторов на результаты выполнения задания;

7.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

Варианты заданий для собеседования

1. Пуля массой m [кг] со скоростью V [м/с] попадает в набитый шерстью пулеуловитель. Сколько калорий тепла выделится при этом?
2. Тепловой насос используется для поддержания температуры внутри дома на уровне 20°C , когда температура снаружи 3°C . Какова минимальная работа, которую необходимо затратить, чтобы передать 100 Дж теплоты внутрь дома?
3. Теплоемкость твердого тела равна C_p . Как изменится энтропия этого тела, если его нагреть с от температуры T_1 до температуры T_2 ?
4. Даны два больших тела, температуры которых T_1 и T_2 . Тела находятся в контакте друг с другом. Как изменится энтропия, если теплоперенос равен Q ?
5. Какое максимальное число фаз может находиться в равновесии в двухкомпонентной системе?
6. Определить число степеней свободы двухкомпонентной жидкой смеси, находящейся в равновесии со своим паром.
7. Показать, что теплоемкость при постоянном объеме для газа Ван дер Вальса совпадает с теплоемкостью при постоянном объеме идеального газа.
8. Вывести общее выражение для энтропии смешения двух неидеальных газов с равными молярными плотностями (N/V) если число молей каждого газа равно N_1 и N_2 и они первоначально занимают объемы V_1 и V_2 .

Вопросы к зачету

1. Первое начало термодинамики и его приложения.
2. Энтропия и второе начало термодинамики.
3. Энтропия в обратимых и необратимых процессах.
4. Энтальпия идеального газа.
5. Фазовые переходы. Энтальпия и энтропия в фазовых переходах.
6. Производство энтропии (на примерах).
7. Формулировки третьего начала термодинамики.
8. Уравнение энергии
9. Уравнения материального баланса и баланса энтропии.
10. Соотношения взаимности Онсагера и принцип симметрии.
11. Теплообмен при фазовых превращениях.

7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утвержденное приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. №55-ОД,

Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (мо-

дуля)

а) основная литература:

1. Новиков И.И. Термодинамика: Учебное пособие. 2-е изд., испр. – СПб.: Изд-во «Лань», 2009. – 592 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/286/#7> (24.11.2017)
2. Михеев М.А. Основы теплопередачи – М.,Л.: ГЭИ, 1949. 396 с.
<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Mixeev1949ru.djvu>

б) дополнительная литература:

1. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика. Т.5. Статистическая физика. М. Физматлит, 1976. 584 с. (45 экз.)
2. Кубо Р. Термодинамика – М.: Мир, 1970. 304 с.
<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Kubo1970ru.djvu>

в) программное обеспечение и Интернет - не требуются

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения лекционных и семинарских занятий, оснащенные мультимедийными средствами.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по направлению 01.03.01 «Математика» (профиль «Общий профиль»).

Автор(ы) к.т.н., доцент

Жидков А.В.

Заведующий кафедрой ТКиЭМ, д.ф.-м.н., профессор

Игумнов Л.А.

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий математики и механики
от 29 августа 2017 года, протокол № 20.