

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИТТСУ



П.Ф. Бестемьянов

21 мая 2019 г.



Кафедра «Теплоэнергетика железнодорожного транспорта»

Автор Дмитренко Артур Владимирович, д.т.н., профессор

**АННОТАЦИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Специальные вопросы термодинамики»**

Направление подготовки:	<u>13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника</u>
Профиль:	<u>Промышленная теплоэнергетика</u>
Квалификация выпускника:	<u>Бакалавр</u>
Форма обучения:	<u>очная</u>
Год начала подготовки	<u>2017</u>

<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии института Протокол № 9 20 мая 2019 г. Председатель учебно-методической комиссии</p>  <p style="text-align: right;">С.В. Володин</p>	<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании кафедры</p> <p style="text-align: center;">Протокол № 10 15 мая 2019 г. И.о. заведующего кафедрой</p>  <p style="text-align: right;">Ф.А. Поливода</p>
--	---

## 1. Цели освоения учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины (модуля) «Специальные вопросы термодинамики» состоит в ознакомлении студентов с основными положениями и принципами и теоремами неравновесной термодинамики, дать навыки использования основных уравнений для расчета параметров и коэффициента полезного действия различных теплоэнергетических установок и анализ циклов открытых (неконсервативных) систем., и особенностях их использования в промышленных теплоэнергетических установках в соответствии направлением 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, а так же научить студентов решать задачи, связанные с определением коэффициента полезного действия неравновесных диссипативных систем. Курс относится к блоку дисциплин для бакалавров по профилю Промышленная теплоэнергетика, очной формы обучения

## 2. Место учебной дисциплины в структуре ОП ВО

Учебная дисциплина "Специальные вопросы термодинамики" относится к блоку 1 "Дисциплины (модули)" и входит в его вариативную часть.

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОК-7	способностью к самоорганизации и самообразованию
ОПК-2	способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ПК-4	способностью к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата

## 4. Общая трудоемкость дисциплины составляет

4 зачетных единиц (144 ак. ч.).

## 5. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению 13.03.01, предусмотрено широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий всего 27 ч.: компьютерных симуляций, разбор конкретных задач по данному курсу, в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов.

## 6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

### РАЗДЕЛ 1

Общие понятия термодинамики неравновесных процессов

Тема: Законы (Начала) термодинамики Термодинамики. Законы термодинамики многокомпонентных систем. Основные понятия и законы. Характеристические функцию. Удельные термодинамические потенциалы. Уравнения Гельмгольца и Гиббса-Гельмгольца. Уравнение Гиббса-Дюгема

## РАЗДЕЛ 2

Общие уравнения термодинамики неравновесных процессов. Физико-математический формализм уравнений

Тема: Уравнение неразрывности. Интегро-дифференциальная запись закона сохранения массы. Уравнение концентрации  $i$ -компонента системы. Уравнение движения. Уравнение энергии. Общая формулировка закона сохранения, превращения энергии электромагнитной многокомпонентной среды. Интегро-дифференциальное и дифференциальное уравнения энергии, внутренней энергии и энтальпии

## РАЗДЕЛ 3

Феноменологические законы неравновесных процессов

Тема: Эмпирические уравнения переноса. Вязкость Диффузия. Первый и второй законы Фика. Первый закон. Фика Второй закон Фика. Теплопроводность. Основные уравнения электромагнитного поля. Перекрестные эффекты. Термодиффузионный эффект Людвига и Соре

Тестирование

## РАЗДЕЛ 4

Термохимия и излучение

Тема: Вычисление химического потенциала. Термодинамика процессов с химическими реакциями. Тепловой эффект химической реакции и законы М. В. Ломоносова, Г.И. Гесса Г. Кирхгоффа и И. Шварца. Скорость химической реакции. Химическое сродство. Закон Аррениуса Равновесные химические реакции. Закон действующих масс и константы равновесия. Элементы теории и законы переноса излучения

## РАЗДЕЛ 5

Неравновесная линейная термодинамика

Тема: Дифференциальные уравнения баланса массы. Импульса и энергии для вязких электро- магнитнопродных и химически реагирующих систем. Закон сохранения массы. Уравнение для концентрации. Уравнения движения диссипативной и идеальной среды. Уравнение энергии для линейных неравновесных систем. Уравнение для внутренней энергии. Уравнение для энтальпии. Уравнение для энтальпии торможения. Уравнение для поля давления. Частные случаи. Уравнения теплопроводности и поля давления.

## РАЗДЕЛ 6

Неравновесная линейная термодинамика. Основные уравнения и принципы.

Тема: Феноменологические уравнения теории энтропии. Общие положения и аспекты теории энтропии линейных неравновесных термодинамических систем. Элементы теории устойчивости равновесного состояния термодинамической системы Дж. У. Гиббса. Феноменологические уравнения. Выражение производства энтропии через термодинамические потоки и силы. Дифференциальное уравнение баланса для энтропии. Тестирование

## РАЗДЕЛ 7

Принципы Кюри и Онсангера. Прямые и перекрестные эффекты

Тема: Принцип симметрии Кюри: пространственная изотропность системы. Принцип локального термодинамического равновесия: соотношения взаимности Онсагера (инвариантность относительно обращения времени). Перекрестные эффекты. Прямые и

обратные термодиффузионные и термоэлектрические эффекты. Прямые и обратные термодиффузионные эффекты. Прямые и обратные термоэлектрические эффекты Зеебека и Пельтье. Применимость соотношения взаимностей в химических реакциях.