МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента по УР
_____Ким М.Ю.
«29» _____10_____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕПЛОФИЗИКА

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **20.03.01 Техносферная безопасность**
Направленность (профиль) / специализация: **Управление техносферной безопасностью**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Кафедра: **радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга (РЭТЭМ)**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2026 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	36	36	часов
Практические занятия	38	38	часов
Самостоятельная работа	34	34	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	144	часов
	4	4	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Экзамен	3

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ким М.Ю.
Должность: Директор департамента по УР
Дата подписания: 29.10.2025
Уникальный программный ключ:
ed789cd8-2cc6-4431-a59e-8f386b1d44fa

Томск

Согласована на портале № 85122

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Теоретически и практически подготовить будущих специалистов методам получения, преобразования, передачи и использования теплоты, выбирать и эксплуатировать необходимое оборудование отраслей промышленности. При этом необходимо особое внимание уделить максимальной экономии теплоэнергетических ресурсов и материалов, интенсификации технологических процессов, выявлению и использованию вторичных энергоресурсов, защите окружающей среды и безопасности людей.

1.2. Задачи дисциплины

1. Формирование у студентов знаний; основ преобразования энергии, законов термодинамики и тепломассообмена, термодинамических процессов и циклов, свойств существенных для рабочих тел.
2. Дисциплина даёт знания основных принципов работы и обеспечения безопасности при работе на компрессорных установках, тепловых и холодильных агрегатах.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Обязательная часть.
Модуль дисциплин: Модуль направления подготовки (special hard skills – SHS).
Индекс дисциплины: Б1.О.03.06.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		

Согласована на портале № 85122

ОПК-1. Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека	ОПК-1.1. Знает современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в своей профессиональной деятельности	Знает современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в своей профессиональной деятельности
	ОПК-1.2. Умеет выявлять современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и охраной труда	Знает современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в своей профессиональной деятельности
	ОПК-1.3. Имеет практический опыт решения типовых задач в сфере техносферной безопасности с учетом современных тенденций развития техники и технологий в области измерительной и вычислительной техники, информационных технологий	Знает современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в своей профессиональной деятельности
Профессиональные компетенции		
-	-	-

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		3 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	74	74
Лекционные занятия	36	36

Согласована на портале № 85122

Практические занятия	38	38
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	34	34
Подготовка к тестированию	34	34
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость (в часах)	144	144
Общая трудоемкость (в з.е.)	4	4

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
3 семестр					
1 Топливо и теплофизические процессы горения топлива	16	12	11	39	ОПК-1
2 Техническая термодинамика	14	18	12	44	ОПК-1
3 Охрана окружающей среды, пожарная безопасность. Безопасность жизнедеятельности при работе на тепловых агрегатах	6	8	11	25	ОПК-1
Итого за семестр	36	38	34	108	
Итого	36	38	34	108	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Топливо и теплофизические процессы горения топлива	Общая характеристика топлива. Классификация топлива. Химический состав топлива. Тепловые эффекты реакций окисления. Теплота сгорания топлива. Высшая и низшая теплота сгорания топлива. Теплофизический расчёт горения топлива. Определение температуры вспышки Твёрдое топливо. Естественное твёрдое топливо. Искусственное твёрдое топливо. Жидкое топливо. Естественное жидкое топливо. Искусственное жидкое топливо. Газообразное топливо. Природный газ. Искусственное газообразное топливо. Устройства для сжигания топлива. Охрана окружающей среды при сжигании топлива. Пожаробезопасность при сжигании топлива. Охрана труда, обеспечение жизнедеятельности и безопасности при сжигании топлива. Охрана окружающей среды.	16	ОПК-1
	Итого	16	

Согласована на портале № 85122

2 Техническая термодинамика	Определение дисциплины и его задачи. Рабочее тело. Параметры состояния рабочего тела. Температура рабочего тела. Давление. Удельный вес. Единицы измерения. Приборы для измерения основных параметров состояния рабочего тела. Равновесное состояние системы. Неравновесное состояние системы. Внутренняя энергия системы. Работа. Количество теплоты. Термодинамические процессы. Обратимый и необратимый процессы. Графическое изображение термодинамических процессов на PV -диаграмме. Основные свойства газовой смеси. Объемная доля газовой смеси. Весовая доля газовой смеси. Давление смеси. Теплоемкость газов. Теплоемкость газовой смеси. Истинная теплоемкость. Средняя теплоемкость. Весовая теплоемкость. Уравнение Майера. Изобарная и изохорная теплоемкость. Идеальный газ. Уравнения состояния идеального газа: Менделеева - Клайперона, Клайперона. Уравнения состояния реального газа; Ван-дер-Ваальса, Вукаловича-Новикова. Равновесные и неравновесные системы. Внутренняя энергия. Работа и количество теплоты. Сущность первого закона термодинамики. Энтальпия газов. Энтропия. Вычисления энтропии газов. Принцип возрастания энтропии. Термодинамические процессы изменения состояния идеального газа. Изображение термодинамических процессов изменения состояния газа на PV - диаграммах. Графическое изображение термодинамических процессов изменения состояния идеального газа на TS-диаграммах. Теплота процесса. Работа процесса.Круговой процесс теплового двигателя. Идеальный цикл. Термический к.п.д. цикла. Прямой и обратный термодинамические циклы кругового процесса. Циклы Карно на PV и TS диаграммах. Термический к.п.д. цикла Карно. Практическое значение цикла Карно. Сущность второго закона термодинамики. Формулировки второго закона термодинамики. Работоспособность системы. Процесс парообразования. Испарение. Насыщенный пар. Перегретый пар. Конденсация пара. Упругость насыщенного пара. Кипение. Степень сухости. Внутренняя теплота парообразования. Процесс парообразования на TS диаграмме. Теплота парообразования. Теплота жидкости. Теплота перегрева. Определение параметров состояния воды и водяного пара на PV- диаграмме. Кривые сухости. IS - диаграммы водяного пара. Схема паросиловой установки. Цикл Ренкина. К.п.д. цикла Ренкина. 3. Основы теплопередачи. Теплопроводность, теплоотдача (конвективный теплообмен), излучение (лучистый или радиационный). Температурное поле. Температурный градиент. Основной закон теплопроводности. Теплопроводность стенки. Плоская однослойная стенка. Плоская многослойная стенка. Цилиндрическая стенка. Конвективный теплообмен. Основные понятия. Свободное движение жидкости. Вынужденное движение жидкости. Теплообмен излучением. Основные понятия. Уравнение теплового баланса теплообмена излучением. Закон Кирхгофа. Излучение газов и паров. Закон Стефана - Больцмана. Степень черноты. Теплообменные аппараты. Рекуперативные и регенеративные теплообменные аппараты	14	ОПК-1
	Итого	14	
3 Охрана окружающей среды, пожарная безопасность. Безопасность жизнедеятельности при работе на тепловых агрегатах	Условия допуска. Работы на установках, связанных с взрывоопасными и пожароопасными веществами и материалами. Характеристика опасных и вредных производственных факторов. Правила хранения горючих веществ и материалов. Средства пожаротушения. Требования по обеспечению пожаро - и взрывобезопасности. Обязанности сотрудников перед началом работы. Обязанности сотрудников во время работы. Порядок совместных действий сотрудников и подразделений пожарной охраны при пожаре. Обязанности сотрудников по окончании работы.	6	ОПК-1
	Итого	6	

Согласована на портале № 85122

Итого за семестр	36	
Итого	36	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Топливо и теплофизические процессы горения топлива	Решение задач по теме «Топливо и теплофизические процессы горения»	12	ОПК-1
	Итого	12	
2 Техническая термодинамика	Решение задач по теме "Техническая термодинамика"	18	ОПК-1
	Итого	18	
3 Охрана окружающей среды, пожарная безопасность. Безопасность жизнедеятельности при работе на тепловых агрегатах	Изучить документацию по: условиям допуска, работы на установках, связанных с взрывоопасными и пожароопасными веществами и материалами, характеристикам опасных и вредных производственных факторов, правилам хранения горючих веществ и материалов, средствам пожаротушения, требованиям по обеспечению пожаро - и взрывобезопасности	8	ОПК-1
	Итого	8	
Итого за семестр		38	
Итого		38	

5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
3 семестр				
1 Топливо и теплофизические процессы горения топлива	Подготовка к тестированию	11	ОПК-1	Тестирование
	Итого	11		

Согласована на портале № 85122

2 Техническая термодинамика	Подготовка к тестированию	12	ОПК-1	Тестирование
	Итого	12		
3 Охрана окружающей среды, пожарная безопасность. Безопасность жизнедеятельности при работе на тепловых агрегатах	Подготовка к тестированию	11	ОПК-1	Тестирование
	Итого	11		
Итого за семестр		34		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		70		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности			Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Сам. раб.	
ОПК-1	+	+	+	Тестирование, Экзамен

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
3 семестр				
Тестирование	20	30	20	70
Экзамен				30
Итого максимум за период	20	30	20	100
Нарастающим итогом	20	50	70	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

Согласована на портале № 85122

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 – 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	
	60 – 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Апкарьян, А. С. Пособие по теплофизике: Учебное пособие / А. С. Апкарьян. — Томск: ТУСУР, 2012. — 99 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1170.

2. Горбачев, М. В. Тепломассообмен : учебное пособие / М. В. Горбачев. — Новосибирск : НГТУ, 2015. — 443 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/118074 .

7.2. Дополнительная литература

1. Тинькова, С. М. Теплофизика и металлургическая теплотехника : учебное пособие / С. М. Тинькова. — Красноярск : СФУ, 2017. — 168 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/117789 .

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Апкарьян, А. С. Теплофизика.: Методические указания по практическим занятиям [Электронный ресурс] / А. С. Апкарьян. — Томск: ТУСУР, 2023. — 107 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10707.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Согласована на портале № 85122

При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Компьютерный класс: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 419/1 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Информационный стенд;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 101 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 107 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

Согласована на портале № 85122

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Топливо и теплофизические процессы горения топлива	ОПК-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Техническая термодинамика	ОПК-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Охрана окружающей среды, пожарная безопасность. Безопасность жизнедеятельности при работе на тепловых агрегатах	ОПК-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков

Согласована на портале № 85122

4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Общее количество серы в топливе, равно:
   1.1. $S_{об} = S_o + S_к + S_c$
   1.2. $S_{об} = S_o + S_к$
   1.3. $S_{об} = S_o + S_c$
   1.4. $S_{об} = S_к + S_c$
   1.5. $S_{об} = S_o + S_к + S_c + S_д$
2. Влага, которая содержится в топливе, подразделяется на:
   2.1. Гигроскопическую и химически связанную.
   2.2. Гигроскопическую и механическую.
   2.3. Гигроскопическую, химически связанную и внешнюю, которая удерживается механически и теряется при сушке.
   2.4. Химически связанную и механическую.
   2.5. Гигроскопическую и гидратную
3. Элементарный анализ
   3.1. Органическая масса, горючая масса.

Согласована на портале № 85122

3.2. Горючая масса, сухая масса, рабочее топливо.
3.3. Органическая масса, горючая масса, рабочее топливо
3.4. Органическая масса, горючая масса, сухая масса, рабочее топливо.
3.5. Горючая масса, сухая масса.

4. Теплота сгорания твёрдого и жидкого топлива
   4.1. $Q_{нр} = 4{,}187[81\ C_р + 300H_р – 26(O_р – S_р)$ кДж/кг.
   4.2. $Q_{нр} = 4{,}187[81\ C_р – 26(O_р – S_р) – (6\ W_р + 9H_р)]$ кДж/кг.
   4.3. $Q_{нр} = 4{,}187[81\ C_р + 300H_р – 26(O_р – S_р) – (6\ W_р + 9H_р)]$ кДж/кг.
   4.4. $Q_{нр} = 4{,}187[81\ C_р + 300H_р – 26(O_р – S_р) –9H_р]$ кДж/кг.
   4.5. $Q_{нр} = 81\ C_р + 300H_р – 26(O_р – S_р)$
5. Агрегатные состояния вещества
   5.1. Твёрдое и жидкое.
   5.2. Твёрдое, жидкое и газообразное.
   5.3. Твёрдое и газообразное.
   5.4. Твёрдое, жидкое, газообразное и плазма.
   5.5. Жидкое и газообразное.
6. Что такое термодинамический процесс?
   6.1. Это переход термодинамической системы (рабочего тела) из одного состояния в другое под влиянием внешних воздействий.
   6.2. Это переход термодинамической системы (рабочего тела) из одного состояния в другое под влиянием внутренних воздействий.
   6.3. Это переход термодинамической системы (рабочего тела) из одного состояния в другое под влиянием внутренних и внешних воздействий.
   6.4. Это переход рабочего тела из одного состояния в другое.
   6.5. Это переход рабочего тела в другое агрегатное состояние.
7. Закон Бойля – Мариотта
   7.1. $v_1/ v_2 = T_1/T_2$
   7.2. $p_1/ p_2 = T_1/T_2$
   7.3. $pv = const$
   7.4. $pv = RT$
   7.5. $pv = MRT$
8. Закон Гей – Люссака.
   8.1. $v_1/ v_2 = T_1/T_2$
   8.2. . $p_1/ p_2 = T_1/T_2$
   8.3. $pv = const$
   8.4. $pv = RT$
   8.5. $pv = MRT$
9. Закон Шарля
   9.1. $pv = const$
   9.2. $v_1/ v_2 = T_1/T_2$
   9.3. $p_1/ p_2 = T_1/T_2$
   9.4. $pv = RT$
   9.5. $pv = MRT$
10. Уравнение состояния идеального газа
   10.1. $pv = const.$
   10.2. $v_1/ v_2 = T_1/T_2$
   10.3. $p_1/ p_2 = T_1/T_2$
   10.4. $pv = RT$
   10.5. $Q = U_2 - U_1 + W$
11. Уравнение состояния реального газа (Уравнение Ван дер – Ваальса).
   11.1. $p = RT (v – b) – a/v2.$
   11.2. $p = RT (v – b)$
   11.3. $p = RT$
   11.4. . $p = RT – a/v2$
   11.5. $Q = U_2 - U_1 + W$
12. Что такое теплоёмкость?
   12.1. Количество теплоты, необходимое для нагрева тела.

Согласована на портале № 85122

12.2. Теплота, затрачиваемая на нагревание 1 кг газовой смеси.
12.3. Теплота, затрачиваемая на нагревание 1 кг газовой смеси в единицу времени.
12.4. Количество теплоты, необходимое для изменения температуры тела на 1 градус.
12.5. Теплота, затрачиваемая на увеличение давления 1 м3 газовой смеси на 1 Па

13. Первое начало (закон) термодинамики
13.1. Теплота, подведённая к системе, расходуется на изменение внутренней энергии системы.
13.2. Вся теплота, подведённая к системе, расходуется на совершение внешней работы.
13.3. Вся теплота, подведённая к системе, расходуется на изменение внутренней энергии системы и на совершение внешней работы.
13.4. Вся теплота, подведённая к системе, расходуется на изменение внутренней энергии системы и энтропии.
13.5. Вся теплота, подведённая к системе, расходуется на изменение внутренней энергии системы и энтальпии.

14. Адиабатный процесс
14.1. Процессы расширения и сжатия протекают только вследствие изменения его внутренней энергии..
14.2. Процессы расширения и сжатия протекают только вследствие изменения подводимого тепла.
14.3. Процессы расширения и сжатия не протекают.
14.4. Процессы расширения и сжатия протекают только вследствие изменения температуры.
14.5. Процессы расширения и сжатия протекают только вследствие изменения давления.

15. Политропный процесс
15.1. $pv = const.$
15.2. . $pv^k = const.$
15.3. $pv = RT$
15.4. $pv^n = const.$
15.5. $pv = RT$

16. Цикл Карно состоит из:
16.1. Двух изобарных и двух адиабатных процессов.
16.2. Двух изотермических и двух адиабатных процессов.
16.3. Двух изохорных и двух адиабатных процессов.
16.4. Двух изотермических и двух политропных процессов.
16.5. Двух изохорных и двух изобарных процессов

17. Цикл Ренкина состоит из:
17.1. Двух изотермических и двух политропных процессов.
17.2. Двух изотермических и двух политропных процессов.
17.3. Двух изобарных и двух адиабатных процессов.
17.4. Двух изохорных и двух адиабатных процессов.
17.5. Двух изохорных и двух изобарных процессов.

18. Уравнение Фурье.
18.1. $q = - dt/dn$
18.2. $q = - \lambda dt/dn = -\lambda \text{ grad } t.$
18.3. $t = - \lambda dq/dn$
18.4. $q = \lambda \text{ grad } t.$
18.5. $q = dU + W$

19. Закон Ньютона для конвективного теплообмена.
19.1. $q = \lambda(t_ж - t_ст)$
19.2. $q = - \lambda dt/dn = -\lambda \text{ grad } t$
19.3. $q = \alpha(t_ж - t_ст)$
19.4. $q = - dt/dn.$
19.5. $q = dU + W$

20. Закон Стефана – Больцмана
0.1. $Ф = C (T/100)2.$
20.2. $Ф = C (T/100)3$
20.3. $Ф = (T/100)4$

Согласована на портале № 85122

20.4. Ф = Co(T/100)4
20.5. Ф = K (T/100)4

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. 1.
   1.1. Твёрдое топливо.
   1.2. Виды топлива.
   1.3. Теплофизические характеристики топлива.
   1.4. Теплопередача.
   1.5. Понятие о теплообменных аппаратах.

2. 2.
   2.1. Жидкое топливо.
   2.2. Виды жидкого топлива.
   2.3. Теплофизические характеристики жидкого топлива.
   2.4. Закон Стефана – Больцмана
   2.5. Первый закон термодинамики.

3. 3.
   3.1. Газообразное топливо.
   3.2. Виды газообразного топлива.
   3.3. Природный газ и его преимущества по сравнению с другими видами топлива.
   3.4. Искусственные виды газообразного топлива.
   3.5. Закон Кирхгофа.

4. 4.
   4.1. Классификация топлива.
   4.2. Теплообмен излучением. Основные понятия
   4.3. Что такое теплоёмкость?
   4.4. Что входит в состав золы?
   4.5. Какие виды серы встречаются в природе?

5. 5.
   5.1. Теплота сгорания топлива.
   5.2. Что такое высшая теплота сгорания топлива?
   5.3. Дайте характеристику низшей теплоте сгорания.
   5.4. Свободное и вынужденное движение жидкости.
   5.5. Уравнение Д Менделеева по определению теплоты сгорания топлива.

6. 6.
   6.1. Формула Дюлонга для определения теплоты сгорания топлива.
   6.2. Как определяется коэффициент избытка воздуха.
   6.3. Конвективный теплообмен. Основные понятия.
   6.4. Дайте определение коэффициенту теплопроводности.
   6.5. Определение количества воздуха необходимого для горения топлива.

7. 7.
   ?.1. Определение количества дымовых газов при сжигании топлива.
   7.2. Что такое теплопроводность. Основное понятие.
   7.3. Как определяется коэффициент избытка воздуха?
   7.4. Как определить температуру горения топлива.
   7.5. Дайте определение лучистому теплообмену.

8. 8.
   8.1. Определение количества и состав продуктов горения.
   8.2. Циклы паросиловой установки.

Согласована на портале № 85122

8.3. Цикл Ренкина.
8.4. Что такое рабочее тело?
8.5. Агрегатное состояние вещества.

9. 9.
9.1. Процесс парообразования.
9.2. Испарение. Кипение.
10. Перегретый пар. Паросодержание насыщенного пара
11. Идеальный газ.

10. 10.
10.1. Определение идеального газа.
10.2. Сущность второго начала термодинамики.
10.3. Рабочее тело. Параметры его состояния
10.4. Цикл Карно.
10.5. Термический к.п.д. цикла

11. 11.
11.1. Закон Бойля – Мариотта.
11.2. Круговой процесс. Полезная работа. Термический к.п.д.
11.3. Теплопередача,
11. 4. Теплопередача в теплообменных аппаратах.
11.5. Закон Стефана Больцмана.

12. 12.
12.1. Закон Шарля.
12.2. Уравнение состояния идеального газа.
12.3. Удельная газовая постоянная. Универсальная газовая постоянная.
12.4. Основные понятия газовой смеси. Свойства смеси.
12.5. Определение теплоёмкости. Средняя и истинная теплоёмкость.

13. 13.
13.1. Термодинамические процессы изменения состояния идеального газа при t = const.
13.2. Основные понятия газовой смеси. Свойства смеси.
13.3. Теплоёмкость газовой смеси.
13.4. Определение энтропии.
13.5. Определение энтальпии.

14. 14.
14.1. Термодинамические процессы изменения состояния идеального газа при p = const.
14.2. Равновесное и неравновесное состояние системы. Обратимость системы.
14.3. Теплоёмкость газовой смеси.
14.4. Опыт Рейнольдса.
14.5. Уравнение Ньютона-Рихмана.

15. 15.
15.1. Термодинамические процессы изменения состояния идеального газа при v = const.
15.2. Испарение. Конденсация.
15.3. Уравнение Фурье.
15.4. Уравнение Майера.
15.5. Два вида движения жидкости.

16. 16.
16.1. Адиабатный процесс.
16.2. Закон Кирхгофа.
16.3. Регенеративный метод подогрева воды.
16.4. Сущность первого закона термодинамики.

Согласована на портале № 85122

16.5. Формула определения теплового потока.

17. 17.
    17.1. Политропный процесс.
    17..2. Определение количества тепла переданного через плоскую стенку.
    17.3. Определение количества тепла переданного через плоскую многослойную стенку.
    17.4. Закон Планка.
    17.5. Сущность второго закона термодинамики.

18. 18.
    18.1. Схема промежуточного перегрева пара
    18.2. Процесс парообразования на TS-диаграмме.
    18.3. Определение количества тепла переданного через цилиндрическую стенку.
    18.4. Уравнение Менделеева-Клайперона.
    18.5. Теплопередача в теплообменных аппаратах.

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка

Согласована на портале № 85122

С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;
– в печатной форме с увеличенным шрифтом;
– в форме электронного документа;
– методом чтения ассистентом задания вслух;
– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 85122

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РЭТЭМ
протокол № 95 от «26» 6 2025 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. РЭТЭМ	В.И. Туев	Согласовано, a755e75e-6728-43c8-b7c9-755f5cd688d8
Заведующий обеспечивающей каф. РЭТЭМ	В.И. Туев	Согласовано, a755e75e-6728-43c8-b7c9-755f5cd688d8
Начальник учебного управления	Г.А. Цой	Согласовано, 8a5745e4-63a0-4946-bbb0-ce4977ac113e

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. РЭТЭМ	Н.Н. Несмелова	Согласовано, eebb9cff-fbf0-4a31-a395-8ca66c97e745
Доцент, каф. РЭТЭМ	Н.Н. Несмелова	Согласовано, eebb9cff-fbf0-4a31-a395-8ca66c97e745

РАЗРАБОТАНО:

Профессор, каф. РЭТЭМ	А.С. Апкарьян	Разработано, 52f0878c-049a-4e95-82b7-20fde7495a52

Согласована на портале № 85122