Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Елин Валерий Сергеевич
Должность: Директор филиала
Дата подписания: 19.06.2026 15:44:51
Уникальный программный ключ:
f2b8a1573c931f1098cfe099d1aeba94fcff55d7

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» (МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Рязанский институт (филиал)
Московского политехнического университета

Рабочая программа дисциплины

«Тепломассообмен»

Направление подготовки

08.03.01 Строительство

Направленность образовательной программы

Теплогазоснабжение и вентиляция

Квалификация, присваиваемая выпускникам

Бакалавр

Форма обучения

Очно-заочная

Год набора 2026

Рязань, 2026

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с:

- Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 08.03.01 Строительство, утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 481 от 21 мая 2017 года, зарегистрированный в Минюсте 23 июня 2017 года, рег. номер 47139 (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2021);

- учебным планом (очной, очно-заочной форм обучения) по направлению подготовки 08.03.01 Строительство.

Рабочая программа дисциплины включает в себя оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (п.7 Оценочные материалы (фонд оценочных средств) для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации).

Автор: Н.В. Шешенев, старший преподаватель кафедры
(указать ФИО, ученую степень, ученое звание или должность)
«Промышленное и гражданское строительство»

Программа одобрена на заседании кафедры «Промышленное и гражданское строительство» (протокол № 9 от 30.04.2026).

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является:

- формирование у обучающихся профессиональных компетенций, необходимых для решения следующих задач профессиональной деятельности.

Область профессиональной деятельности (по Реестру Минтруда)	Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности
16 Строительство и жилищно-коммунальное хозяйство	Проектные	Определять и рассчитывать тепловые балансы помещений.

К основным задачам изучения дисциплины относится подготовка обучающихся к выполнению следующих трудовых функций в соответствии с профессиональными стандартами.

Наименование профессиональных стандартов (ПС)	Код, наименование и уровень квалификации ОТФ, на которые ориентирована дисциплина	Код и наименование трудовых функций, на которые ориентирована дисциплина
16.064 Специалист по проектированию тепловых сетей	B, Разработка проектов тепловых сетей, 6	B/01.6 Определение перечня необходимых исходных данных для разработки проектной документации тепловых сетей

1.2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины «Тепломассобмен» у обучающегося формируется следующая профессиональная компетенция ПК-2.

Содержание указанных компетенций и перечень планируемых результатов обучения по данной дисциплине представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Основание (ПС) для ПК
ПК-2 Разработка проектов тепловых сетей	ПК 2.1 Определение перечня необходимых исходных данных для разработки проектной документации тепловых сетей	**Знать**: – законы термодинамики, явления теплопередач и тепломассообмена; – аппаратуру, теплоэнергетические установки. **Уметь**: – рассчитывать теплоэнергетические системы. **Владеть**: – навыками компьютерного моделирования теплофизических процессов.	16.149

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Тепломассобмен» входит в состав дисциплин части Блока 1, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 08.03.01 Строительство.

Дисциплины, на освоении которых базируется дисциплина «Тпломассобмен»:

- Физика,
- Строительная физика.

Дисциплины, для которых необходимы знания, умения, навыки, приобретаемые в результате изучения дисциплины «Тепломассобмен»:

- Вентиляция,
- Отопление,
- Кондиционирование воздуха и холодоснабжение.

Основные положения дисциплины в дальнейшем будут использованы при прохождении практики и выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зачётных единицы, 180 академических часа.

Объём дисциплины в академических часах с распределением по видам учебных занятий указан в таблице 3 для очно-заочной формы обучения.

Таблица 3 − Объём дисциплины в академических часах (для очно-заочной формы обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		6
Контактная работа обучающихся с преподавателем	**42**	**42**
Аудиторная работа (всего)	**42**	**42**
в том числе:		
Лекции	22	22
Практические занятия	20	20
Лабораторные работы		
Внеаудиторная работа (всего)		
в том числе:		

Групповая консультация		
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	**138**	**138**
в том числе		
Курсовое проектирование		
Расчётно-графические работы		
Реферат		
Другие виды занятий (подготовка к занятиям, домашняя работа, подготовка к контрольной работе, работа с литературой, подготовка к промежуточной аттестации)	138	138
Вид промежуточной аттестации (зач – зачёт, экз – экзамен, зо – зачёт с оценкой)	**Экзамен**	**Экзамен**
Общая трудоёмкость дисциплины, час	**180**	**180**
Общая трудоёмкость дисциплины, з. е.	**5**	**5**

5 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1 Разделы дисциплины и трудоёмкость по видам учебных занятий (в академических часах)

Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий и их трудоёмкость указаны в таблице 4 для очной формы обучения.

Таблица 4 – Разделы дисциплины и их трудоёмкость по видам учебных занятий (для очно-заочной формы обучения)

№ п/п	Раздел дисциплины	Общая трудоёмкость (в часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся, и трудоёмкость (в часах)					Вид промежуточной аттестации
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости	
1	Предмет теплотехники. Основные понятия и определения. Основные параметры состояния. Уравнения состояния. Газовые смеси.	16	2	2		12	устный опрос	
2	Внутренняя энергия, теплота и работа. Первый закон термодинамики. Энтальпия. Теплоёмкость.	18	2	2		14	Контрольная работа	

3	Энтропия. Анализ термодинамических процессов. Второй закон термодинамики. Термодинамические циклы и оценка их эффективности.	18	2	2		14	устный опрос	
4	Циклы ДВС и газотурбинных двигателей. Термодинамический анализ работы компрессора. Многоступенчатое сжатие с промежуточным охлаждением.	22	4	2		16	устный опрос	
5	Термодинамические свойства реальных рабочих тел (водяной пар, влажный воздух). Циклы холодильных машин.	18	2	2		14	Контрольная работа	
6	Основные задачи теплообеспечения. Способы распространения теплоты; теплопроводность; механизм процесса, температурное поле, тепловой поток и его плотность; закон Фурье. Теплообмен излучением.	20	2	2		16	устный опрос	
7	Основной закон конвективного теплообмена. Основы теории подобия и моделирования.	18	2	2		14	устный опрос	
8	Теплопередача. Тепловая изоляция. Интенсификация процессов теплопередачи. Теплообменные аппараты.	20	2	2		16	Контрольная работа	
9	Топливо и основы горения. Теплогенерирующие устройства. Охрана окружающей среды. Основы энергосбережения.	26	4	4		22	устный опрос	
10	**Курсовая работа**							
11	**Групповая консультация**							
12	**Форма аттестации**							**Э**
13	**Всего часов по дисциплине**	180	22	20		138		

5.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Содержание лекционных занятий приведено в таблице 5, содержание практических занятий – в таблице 6

Таблица 5 – Содержание лекционных занятий

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	Содержание раздела (темы) дисциплины
1	Предмет теплотехники. Основные понятия и определения. Основные параметры состояния. Уравнения состояния. Газовые смеси.	Предмет технической термодинамики и используемые методы. Термодинамическая система. Основные параметры состояния. Равновесное и неравновесное состояние. Уравнения состояния (Клапейрона-Клаузиуса и Боголюбова – Майера). Термодинамический процесс. Смеси рабочих тел. Способы задания состава смеси. Вычисление параметров состояния смеси.

2	Внутренняя энергия, теплота и работа. Первый закон термодинамики. Энтальпия. Теплоёмкость.	Внутренняя энергия. Теплота и работа как формы передачи энергии. Аналитическое выражение работы изменения объёма. Сущность первого закона термодинамики. Аналитическое выражение первого закона термодинамики для закрытых/открытых систем. «*p*-*v*» диаграмма. Энтальпия. Теплоёмкость. Средняя и истинная теплоемкости. Теплоёмкость смеси газов.
3	Энтропия. Анализ термодинамических процессов. Второй закон термодинамики. Термодинамические циклы и оценка их эффективности.	Понятие энтропии. «T-s» диаграмма. Обратимые и необратимые термодинамические процессы. Общие методы исследования термодинамических процессов изменения состояния рабочих тел. Политропные процессы. Основные характеристики политропных процессов. Основные термодинамические процессы: изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный – частные случаи политропного процесса. Сущность второго закона термодинамики. Прямые и обратные циклы. Термический коэффициент полезного действия и холодильный коэффициент. Циклы Карно и анализ их свойств.
4	Циклы ДВС и газотурбинных двигателей. Термодинамический анализ работы компрессора. Многоступенчатое сжатие с промежуточным охлаждением.	Методика термодинамического анализа циклов. Циклы с изохорным, изобарным подводом теплоты и со смешанным подводом теплоты. Изображение циклов в «*p*-*v*» и «*T*-*s*» диаграммах. Сравнительный анализ термодинамических циклов ДВС. Циклы газотурбинных двигателей. Классификация компрессоров и принцип действия. Изотермическое, адиабатное и политропное сжатия. Отличия в работе реального компрессора от идеального. Работа, затраченная на привод компрессора. Многоступенчатое сжатие с промежуточным охлаждением.
5	Термодинамические свойства реальных рабочих тел (водяной пар, влажный воздух). Циклы холодильных машин.	Свойства реальных газов. Водяной пар. Термодинамические таблицы воды и водяного пара, *p*-*v*, *T*-*s*, *h*-*s* диаграммы водяного пара. Влажный воздух. Определение понятия "влажный воздух". Основные величины, характеризующие состояние влажного воздуха. *h*-*d* – диаграмма влажного воздуха. Классификация холодильных установок. Циклы паровых компрессорных холодильных установок. Тепловой насос.
6	Основные задачи теплообеспечения. Способы распространения теплоты; теплопроводность; механизм процесса, температурное поле, тепловой поток и его плотность; закон Фурье. Теплообмен излучением.	Основные понятия и определения теории теплообмена. Теплопроводность. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Теплопроводность при стационарном режиме. Теплопроводность однослойной и многослойной плоской, цилиндрической и сферической стенок. Тепловое излучение. Теплообмен излучением между телами, разделёнными прозрачной средой. Защита от теплового излучения. Излучение газов.
7	Основной закон конвективного теплообмена. Основы теории подобия и моделирования.	Уравнение Ньютона–Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Дифференциальные уравнения теплообмена. Основы теории подобия. Критериальные уравнения.

		Метод моделирования. Физический смысл основных критериев подобия.
8	Теплопередача. Тепловая изоляция. Интенсификация процессов теплопередачи. Теплообменные аппараты.	Теплопередача через плоскую, цилиндрическую и оребренную стенки. Коэффициент теплопередачи. Методы интенсификации процесса теплопередачи. Тепловая изоляция. Назначение, классификация и схемы теплообменных аппаратов. Принцип расчета теплообменных аппаратов. Конструктивный и поверочный тепловые расчеты теплообменных аппаратов. Определение среднего температурного напора и среднего коэффициента теплопередачи.
9	Топливо и основы горения. Теплогенерирующие устройства. Охрана окружающей среды. Основы энергосбережения.	Топливо и основы горения. Охрана окружающей среды. Основы энергосбережения.

Таблица 6 – Содержание практических занятий

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	Содержание практических занятий
1	Предмет теплотехники. Основные понятия и определения. Основные параметры состояния. Уравнения состояния. Газовые смеси.	Знакомство с основными принципами решения задач и примеров.
2	Внутренняя энергия, теплота и работа. Первый закон термодинамики. Энтальпия. Теплоёмкость.	Формирование исходных зависимостей между элементами уравнения состояния и решение задач термодинамических систем.
3	Энтропия. Анализ термодинамических процессов. Второй закон термодинамики. Термодинамические циклы и оценка их эффективности.	Теплоёмкость газов: решение типовых индивидуальных задач.
4	Циклы ДВС и газотурбинных двигателей. Термодинамический анализ работы компрессора. Многоступенчатое сжатие с промежуточным охлаждением.	Круговые процессы. Расчёт циклов тепловых двигателей.
5	Термодинамические свойства реальных рабочих тел (водяной пар, влажный воздух). Циклы холодильных машин.	Термодинамические свойства реальных рабочих тел. Циклы холодильных машин.
6	Основные задачи теплообеспечения. Способы распространения теплоты; теплопроводность; механизм процесса, температурное поле, тепловой поток и его плотность; закон Фурье. Теплообмен излучением.	Решение задач по определению теплоты, работы, энтропии, энтальпии.
7	Основной закон конвективного теплообмена. Основы теории подобия и моделирования.	Конвективный теплообмен.

8	Теплопередача. Тепловая изоляция. Интенсификация процессов теплопередачи. Теплообменные аппараты.	Теплопередача при стационарном режиме и расчёт теплообменных аппаратов.
9	Топливо и основы горения. Теплогенерирующие устройства. Охрана окружающей среды. Основы энергосбережения.	Теплотехнический расчёт двухцилиндрового компрессора.

6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Перечень разделов дисциплины и рекомендуемой литературы (из списка основной и дополнительной литературы) для самостоятельной работы студентов приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Учебно-методическое обеспечения самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	Литература (ссылка на номер в списке литературы)
1	Предмет теплотехники. Основные понятия и определения. Основные параметры состояния. Уравнения состояния. Газовые смеси.	Основная: 1
2	Внутренняя энергия, теплота и работа. Первый закон термодинамики. Энтальпия. Теплоёмкость.	Дополнительная: 1
3	Энтропия. Анализ термодинамических процессов. Второй закон термодинамики. Термодинамические циклы и оценка их эффективности.	Основная: 2
4	Циклы ДВС и газотурбинных двигателей. Термодинамический анализ работы компрессора. Многоступенчатое сжатие с промежуточным охлаждением.	Дополнительная: 2
5	Термодинамические свойства реальных рабочих тел (водяной пар, влажный воздух). Циклы холодильных машин.	Основная: 3
6	Основные задачи теплообеспечения. Способы распространения теплоты; теплопроводность; механизм процесса, температурное поле, тепловой поток и его плотность; закон Фурье. Теплообмен излучением.	Дополнительная: 3
7	Основной закон конвективного теплообмена. Основы теории подобия и моделирования.	Основная: 1
8	Теплопередача. Тепловая изоляция. Интенсификация процессов теплопередачи. Теплообменные аппараты.	Дополнительная: 1
9	Топливо и основы горения. Теплогенерирующие устройства. Охрана окружающей среды. Основы энергосбережения.	Основная: 2

7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Таблица 8 − Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Предмет теплотехники. Основные понятия и определения. Основные параметры состояния. Уравнения состояния. Газовые смеси.	ПК-2	Билеты к экзамену.
2	Внутренняя энергия, теплота и работа. Первый закон термодинамики. Энтальпия. Теплоёмкость.		
3	Энтропия. Анализ термодинамических процессов. Второй закон термодинамики. Термодинамические циклы и оценка их эффективности.		
4	Циклы ДВС и газотурбинных двигателей. Термодинамический анализ работы компрессора. Многоступенчатое сжатие с промежуточным охлаждением.		
5	Термодинамические свойства реальных рабочих тел (водяной пар, влажный воздух). Циклы холодильных машин.		
6	Основные задачи теплообеспечения. Способы распространения теплоты; теплопроводность; механизм процесса, температурное поле, тепловой поток и его плотность; закон Фурье. Теплообмен излучением.		
7	Основной закон конвективного теплообмена. Основы теории подобия и моделирования.		
8	Теплопередача. Тепловая изоляция. Интенсификация процессов теплопередачи. Теплообменные аппараты.		
9	Топливо и основы горения. Теплогенерирующие устройства. Охрана окружающей среды. Основы энергосбережения.		

7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Таблица 9 – Этапы формирования компетенций

№ п/п	Этапы формирования компетенций по темам дисциплины	Код контролируемой компетенции	Период формирования компетенций	Вид занятий, работы
1	Предмет теплотехники. Основные понятия и определения. Основные параметры состояния. Уравнения состояния. Газовые смеси.	ПК-2	6 семестр	Лекция, практические занятия, самостоятельная работа

2	Внутренняя энергия, теплота и работа. Первый закон термодинамики. Энтальпия. Теплоёмкость.		6 семестр	Лекция, практические занятия, самостоятельная работа
3	Энтропия. Анализ термодинамических процессов. Второй закон термодинамики. Термодинамические циклы и оценка их эффективности.		6 семестр	Лекция, практические занятия, самостоятельная работа
4	Циклы ДВС и газотурбинных двигателей. Термодинамический анализ работы компрессора. Многоступенчатое сжатие с промежуточным охлаждением.		6 семестр	Лекция, практические занятия, самостоятельная работа
5	Термодинамические свойства реальных рабочих тел (водяной пар, влажный воздух). Циклы холодильных машин.		6 семестр	Лекция, практические занятия, самостоятельная работа
6	Основные задачи теплообеспечения. Способы распространения теплоты; теплопроводность; механизм процесса, температурное поле, тепловой поток и его плотность; закон Фурье. Теплообмен излучением.		6 семестр	Лекция, практические занятия, самостоятельная работа
7	Основной закон конвективного теплообмена. Основы теории подобия и моделирования.		6 семестр	Лекция, практические занятия, самостоятельная работа
8	Теплопередача. Тепловая изоляция. Интенсификация процессов теплопередачи. Теплообменные аппараты.		6 семестр	Лекция, практические занятия, самостоятельная работа
9	Топливо и основы горения. Теплогенерирующие устройства. Охрана окружающей среды. Основы энергосбережения.		6 семестр	Лекция, практические занятия, самостоятельная работа

Таблица 10 – Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Компетенция	**Результаты обучения (по этапам формирования компетенций)**	**Шкала оценивания, критерии оценивания уровня освоения компетенции**			
		Не освоена	**Освоена частично**	**Освоена в основном**	**Освоена**
ПК-2	способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учётом основных требований информационной безопасности; использование основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Не способен отобрать нужный материал для решения конкретной задачи, не может соотнести изучаемый материал с конкретной проблемой.	Знает минимум основных понятий и приёмов работы с учебными материалами. Частично умеет применить имеющуюся информацию к решению задач.	Осуществляет поиск и анализ нужной для решения информации из разных источников (лекций, учебников) и баз данных. Умеет решать стандартные задания (по указанному алгоритму).	Умеет свободно находить нужную для решения информацию (формулы, методы), решать задачи и аргументированно отвечать на поставленные вопросы; может предложить варианты решения математических задач с применением информационных, компьютерных и сетевых технологий.

7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Подготовка ответов на следующие вопросы в рамках самостоятельней работы:

1. Первый закон термодинамики для закрытых/открытых систем. Теплоёмкость.

2. Термодинамическая энтропия. Анализ термодинамических процессов. Круговые термодинамические процессы. Второе начало термодинамики.
3. Циклы ДВС (Отто, Дизеля, Тринклера). Сравнение циклов ДВС. Цикл ГТД (Брайтона). Отличия циклов идеального и реального компрессоров. Обоснование промежуточного охлаждения при получении сжатых газов высокого давления.
4. Кондиционирование влажного воздуха. Термодинамический анализ работы парокомпрессорной холодильной машины и теплового насоса.
5. Перенос теплоты теплопроводностью. Теплообмен излучением системы тел в прозрачной среде. Особенности излучения газов. Солнечное излучение.
6. Теплоотдача. Теоремы подобия. Основные критерии подобия, используемые для описания теплообмена.
7. Теплопередача. Тепловая изоляция. Способы интенсификации теплопередачи. Теплообменные аппараты. Конструкторский и поверочный расчеты теплообменных аппаратов. Основные уравнения
8. Основы энергосбережения. Энергетический паспорт предприятия.

Экзамен

Экзамен позволяет оценить знания студента по теоретическим и практическим вопросам прослушанного курса.

Вопросы к экзамену:

1. Политропный процесс, частные случаи, графическое изображение. Уравнение политропы.
2. Теплопередача при стационарном режиме.
3. Конвективный теплообмен. Плотность теплового потока, формула Ньютона.
4. Теплоёмкость газов.
5. К.П.Д. двигателей внутреннего сгорания.
6. Цикл Карно. Термический К.П.Д цикла Карно.
7. Анализ работы компрессора, мощность.
8. Излучение. Закон Стефана-Больцмана.
9. Внутренняя энергия, энтропия, энтальпия.
10. Теплоснабжение предприятий.
11. Основы теории подобия. Числа подобия.
12. Температура, удельный объём, плотность газа и их взаимозависимости.
13. Графическое изображение циклов двигателей внутреннего сгорания и их сравнение.
14. Теплопроводность при стационарном режиме. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Изотермические поверхности распределения температур.
15. Диаграмма PV и TS двухступенчатого компрессора.
16. Первый закон термодинамики, математическая формулировка.
17. Давление - абсолютное, атмосферное, избыточное, вакуумное.
18. Второй закон термодинамики, различные интерпретации его толкования.
19. Теплоёмкость газов. Массовая и объёмная теплоёмкость газов, их взаимосвязь.
20. Теплообмен излучением, плотность потока, отражательная способность, понятие о чёрном теле.
21. Графический анализ политропных процессов и его частных случаев на PV и TS диаграммах
22. Теплопроводность при нестационарном режиме. Общее понятие о расчётах, безразмерные комплексы подобия, графики.
23. Параметры потока жидкости и газа: температура, плотность удельный объём, скорость, расход , мощность, уравнение неразрывности.
24. Холодильные установки, мощность, холодильный коэффициент и его пределы изменения.
25. Цикл Карно, графическое изображение на PV и TS диаграммах, термический коэффициент и его пределы изменения.
26. Эксергия, понятие о работоспособной и неработоспособной теплоте.

27. Теплопроводность плоской стенки. Термическое сопротивление. Тепловой поток. Коэффициент теплопроводсти.
28.Равновесные и неравновесные, обратимые и необратимые процессы в термодинамике газов и изменение энтропии в них.
29.Теплопередача через плоскую стенку.
30. Идеальный и реальный газ – их отличие. Уравнение Клайперона- Менделеева.
31.Излучение: законы Киргофа, Стефана –Больцмана. Понятие о чёрных и серых телах.
32. Теплообменные аппараты.
33.Теплопередача через многослойную плоскую стенку.
34. Теплопередача через воздушную прослойку.
35. Теплопередача через однослойную неоднородную конструкцию.
36.Интенсификация теплопередачи, теплоизоляция.
37.Мероприятия по энергосбережению.
38.Особенности расчёта теплоснабжения по укрупнённым показателям площадь и объём зданий, конструкций.
39. Конвективный теплообмен. Закон Ньютона и Рихмана. Коэффициент теплоотдачи.

7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Шкала оценивания ответов. За правильный ответ даётся 1 балл.

Таблица 11 – Критерии и шкала оценки знаний на экзамене

Критерии	**Оценка**			
	«отлично»	**«хорошо»**	**«удовлетворительно»**	
Объём	Глубокие знания, уверенные действия по решению практических заданий в полном объёме учебной программы, освоение всех компетенций.	Достаточно полные знания, правильные действия по решению практических заданий в объёме учебной программы, освоение всех компетенций.	Твёрдые знания в объёме основных вопросов, в основном правильные решения практических заданий, освоение всех компетенций.	
Системность	Ответы на вопросы логично увязаны с учебным материалом, вынесенным на контроль, а также с тем, что изучал ранее.	Ответы на вопросы увязаны с учебным материалом, вынесенные на контроль, а также с тем, что изучал ранее.	Ответы на вопросы в пределах учебного материала, вынесенного на контроль.	Имеется необходимость в постановке наводящих вопросов
Осмысленность	Правильные и убедительные ответы. Быстрое, правильное и творческое принятие решений, безупречная отработка реше-	Правильные ответы и практические действия. Правильное принятие решений. Грамотная отработка решений по заданиям.	Допускает незначительные ошибки при ответах и практических действиях. Допускает неточность в принятии ре-	

	ний заданий. Умение делать выводы.		шений по заданиям.	
Уровень освоения компетенций	Осваиваемые компетенции сформированы	Осваиваемые компетенции сформированы	Осваиваемые компетенции сформированы	

Методические рекомендации по проведению дифференцированного зачёта

1. Цель проведения.

Основной целью проведения элементов промежуточной аттестации является определение степени достижения целей по учебной дисциплине или её разделам. Осуществляется это проверкой и оценкой уровня теоретических знаний, полученных студентами, умения применять их к решению практических задач, степени овладения студентами практическими навыками и умениями в объёме требований рабочей программы по дисциплине, а также их умение самостоятельно работать с учебной литературой.

2. Форма проведения.

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине в соответствии с учебным графиком, является экзамен (дифференцированный зачёт). Экзамен (Дифференцированный зачёт) проводится в объёме рабочей программы в устной и письменной формах. Билеты должны содержать две части – теоретическую и практическую. Информация о структуре билетов доводится студентам заблаговременно.

3. Метод проведения.

Экзамен (Дифференцированный зачёт) проводится по билетам.

По отдельным вопросам допускается проверка знаний с помощью технических средств контроля. При необходимости могут рассматриваться дополнительные вопросы и проблемы, решаться задачи и примеры.

4. Критерии допуска студентов к экзамену.

В соответствии с требованиями руководящих документов и согласно Положению о текущем контроле знаний и промежуточной аттестации студентов института, к экзамену (зачёту) допускаются студенты, выполнившие все требования учебной программы.

5. Организационные мероприятия.

5.1. Назначение преподавателя, принимающего экзамен.

Экзамен (Дифференцированный зачёт) принимается лицами, которые читали лекции по данной дисциплине. Решением заведующего кафедрой определяются помощники основному экзаменатору из числа преподавателей, ведущих в данной группе практические занятия, а если лекции по разделам учебной дисциплины читались несколькими преподавателями, то определяется состав комиссии для приёма экзамена.

5.2. Конкретизация условий, при которых студенты освобождаются от сдачи экзамена (дифференцированного зачёта) (основа – результаты рейтинговой оценки текущего контроля).

По представлению преподавателя, ведущего занятия в учебной группе, заведующий кафедрой может освободить студентов от сдачи экзамена (дифференцированного зачёта). От экзамена (дифференцированного зачёта) освобождаются студенты, показавшие отличные и хорошие знания по результатам рейтинговой оценки текущего контроля, с выставлением им оценок «отлично» и «хорошо» соответственно.

6. Методические указания экзаменатору.

6.1. Конкретизируется работа преподавателей в предэкзаменационный (предзачётный) период и в период непосредственной подготовки обучающихся к экзамену.

Во время подготовки к экзамену (зачёту) возможны индивидуальные консультации, а перед днём проведения экзамена (зачёта) проводится окончательная предэкзаменационная (предзачётная) консультация.

При проведении предэкзаменационных (предзачётных) консультаций рекомендуется:

- дать организационные указания о порядке работы при подготовке к экзамену (зачёту), рекомендации по лучшему усвоению и приведению в стройную систему изученного материала дисциплины;
- ответить на слабо усвоенные вопросы;
- дать ответы на вопросы, возникшие в процессе изучения дисциплины и выходящие за рамки учебной программы;
- помочь привести в стройную систему знания обучаемых.

Для этого необходимо:

- уточнить учебный материал заключительной лекции. На ней целесообразно указать наиболее сложные и трудноусвояемые места курса, выявленные на предыдущих экзаменах (зачётах).
- определить занятие, на котором заблаговременно довести организационные указания по подготовке к экзамену (зачёту).

Рекомендуется использовать при проведении консультаций опросно-ответную форму проведения. Целесообразно, чтобы обучаемые сами задавали вопросы. По характеру и формулировке вопросов преподаватель может судить об уровне и глубине подготовки обучаемых.

6.2. Уточняются организационные мероприятия и методические приёмы при проведении экзамена (зачёта).

Количество одновременно находящихся экзаменующихся в аудитории. В аудитории, где принимается экзамен (зачёт), может одновременно находиться студентов из расчёта не более пяти экзаменующихся на одного экзаменатора.

Время, **отведённое на подготовку** ответа по билету, не должно превышать 30 минут. По истечению данного времени после получения билета (вопроса) студент должен быть готов к ответу.

Организация практической части зачёта. Практическая часть экзамена (зачёта) организуется так, чтобы обеспечивалась возможность проверить умение студентов применять теоретические знания при решении практических заданий, освоение компетенций. Она проводится путём постановки экзаменующимся отдельных задач, упражнений, заданий, требующих практических действий по решению заданий. Каждый студент выполняет задание самостоятельно путём производства расчётов, решения задач, работы с документами и др. При выполнении заданий студент отвечает на дополнительные вопросы, которые может ставить экзаменатор.

Действия экзаменатора.

Студенту на экзамене (зачёте) разрешается брать один билет. В случае, когда экзаменующийся не может ответить на вопросы билета, ему может быть предоставлена возможность выбрать второй билет при условии снижения оценки на 1 балл.

Во время испытания промежуточной аттестации студенты могут пользоваться рабочими программами учебных дисциплин, а также справочниками и прочими источниками информации, перечень которых устанавливается преподавателем.

Использование материалов, не предусмотренных указанным перечнем, а также попытка общения с другими студентами или иными лицами, в том числе с применением электронных средств связи, несанкционированные преподавателем перемещение по аудитории и т. п. не разрешается и являются основанием для удаления студента из аудитории с последующим проставлением в ведомости оценки «неудовлетворительно».

Студент, получивший на экзамене (дифференцированном зачёте) неудовлетворительную оценку, ликвидирует задолженность в сроки, устанавливаемым приказом директора ин-

ститута. Окончательная пересдача экзамена (зачёта) принимается комиссией в составе трёх человек (заведующий кафедрой, лектор потока, преподаватель родственной дисциплины).

Задача преподавателя на экзамене (зачёте) заключается в том, чтобы внимательно заслушать студента, проконтролировать решение практических заданий, предоставить ему возможность полностью изложить ответ. Заслушивая ответ и анализируя методы решений практических заданий, преподаватель постоянно оценивает насколько полно, системно и осмысленно осуществляется ответ, решается практическое задание.

В тех случаях, когда ответы на вопросы или практические действия были недостаточно полными или допущены ошибки, преподаватель после ответов студентом на все вопросы задаёт дополнительные вопросы с целью уточнения уровня освоения дисциплины. Содержание индивидуальных вопросов не должно выходить за рамки рабочей программы. Если студент затрудняется сразу ответить на дополнительный вопрос, он должен спросить разрешения предоставить ему время на подготовку и после подготовки отвечает на него.

8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) Основная литература:

1. В.И.Ляшков Теоретические основы теплотехники.- Москва: «Высшая школа», 2008.-318с.

2. О.Н.Брюханов, С.Н.Шевченко Тепломассообмен.- Москва: «Издательство Ассоциации строительных вузов», 2005.-460с.

3. Теплотехника: Справочные данные. Шевченко Д.В. -Казань:Познание, 2010

4. Теплотехнический справочник студента. Левин А.Б., Семёнов Ю.П. Издатель:МГУЛ .2005

б) Дополнительная литература:

1. А.П.Баскаков Теплотехника. – Москва: «Энергоиздат», 1991.-224с.

2. Г.П.Панкратов Сборник задач по теплотехнике.-Москва: «Высшая школа», 1995.-238с.

3. В.А.Бондарёв, А.Е.Процкий, Р.Н.Гинкевич Теплотехника.- Минск «Вышэйшая школа», 1976.-382с.

4. А.В.Клименко, В.М.Зорина Теплоэнергетика и теплотехника.-Москва: «Издательство МЭИ», 2000.-527с

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. БИЦ Московского политехнического университета [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://lib.mospolytech.ru/ - Загл. с экрана.
2. ЭБС "Университетская Библиотека Онлайн" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://biblioclub.ru/ - Загл. с экрана.
3. Электронно-библиотечная система «Издательства Лань» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://lanbook.com/ . - Загл. с экрана.
4. Электронно-библиотечная система Юрайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://urait.ru/- Загл. с экрана.

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

10.1 Методические указания по работе над конспектом лекций во время и после проведения лекции

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия: вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению; задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчёркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

10.2 Методические указания к практическим занятиям

При подготовке к практическим занятиям, обучающимся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. В ходе подготовки к практическим занятиям необходимо освоить основные понятия и методики расчёта показателей, ответить на контрольные вопросы.

В течение практического занятия студенту необходимо выполнить задания, выданные преподавателем, что засчитывается как текущая работа студента.

10.3 Методические указания по подготовке доклада

При подготовке доклада рекомендуется сделать следующее. Составить план-конспект своего выступления. Продумать примеры с целью обеспечения тесной связи изучаемой теории с реальной жизнью. Подготовить сопроводительную слайд-презентацию и/или демонстрационный раздаточный материал по выбранной теме.

Рекомендуется провести дома репетицию выступления с целью отработки речевого аппарата и продолжительности выступления (регламент ≈ 7 мин).

10.4 Методические указания по подготовке курсовой работы (проекта)

На выполнение курсовой работы (проекта) студенту выделяется 36 часов, из них 8 часов – на сбор информации и изучение литературы, 16 часов – на выполнение расчётов, 8 часов – на оформление и 4 часа – на корректировку после проверки преподавателем и защиту.

При подготовке курсовой работы (проекта) рекомендуется сделать следующее. Прежде всего, ориентироваться на методические указания по выполнению курсовой работы (проекта). Составить содержание курсовой работы (проекта), согласовать его с преподавателем. Продумать и составить список базовых источников для выполнения курсовой работы (проекта) с целью обеспечения более полного раскрытия выбранной темы, также согласовать его с преподавателем.

Строго соблюдать график выполнения курсовой работы (проекта), задавать текущие вопросы и получать консультации от преподавателя. Предоставление курсовой работы (проекта) на проверку по частям способствует оперативному устранению недостатков и недопущению их в дальнейшей работе.

10.5 Методические указания по выполнению творческих заданий

Рекомендуется в каждом из сформированных творческих коллективов студентов назначить ответственного координатора, который должен руководить работой в целом.

Проведение анализа по отдельным направлениям внутри творческого коллектива рекомендуется поручить отдельно тому или иному члену творческого коллектива, который и будет отвечать за данный вид анализа по исследуемому предприятию.

10.6 Методические указания по подготовке к контрольным мероприятиям

Текущий контроль осуществляется в виде устных ответов, выполнения заданий по теории и контрольной работы. При подготовке к опросу студенты должны освоить теоретический материал по блокам тем, выносимых на этот опрос.

При подготовке к аудиторной контрольной работе студентам необходимо повторить материал лекционных и практических занятий по отмеченным преподавателям темам.

10.7 Методические указания по выполнению индивидуальных типовых заданий

В случае пропусков занятий, наличия индивидуального графика обучения и для закрепления практических навыков студентам могут быть выданы типовые индивидуальные задания, которые должны быть сданы в установленный преподавателем срок. Выполненные задания оцениваются на оценку.

11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине широко используются следующие информационные технологии:

1. Чтение лекций с использованием презентаций.
2. Проведение лабораторных работ на базе компьютерных классов с использованием ИКТ технологий.
3. Осуществление текущего контроля знаний на базе компьютерных классов с применением ИКТ технологий.

Перечень программного обеспечения, используемого в образовательном процессе:

- ОС *Windows*;
- *Microsoft Office*;
- *Mathcad*.

12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса

Специализированные аудитории, используемые при проведении лекционных и практических занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Перечень аудиторий и материально-технические средства, используемые в процессе обучения, представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Перечень аудиторий и оборудования

Аудитория	Вид занятия	Материально-технические средства
№ 14, компьютерный класс	Практическое занятие, самостоятельная работа студентов	Рабочее место преподавателя: – персональный компьютер – 1 шт. Рабочее место учащегося: – персональный компьютер с монитором –14 шт; – устройства ввода/вывода звуковой инфор-

		мации (колонки) – 1 шт. Программное обеспечение.
№ 221, лекционная аудитория	Лекционные занятия, самостоятельная работа студентов	– столы, стулья; – классная доска, кафедра для преподавателя; – мультимедийный проектор; – экран; – компьютер (ноутбук); – аудио аппаратура.

13 Иные сведения и материалы

13.1 Инновационные формы проведения занятий

В ходе аудиторных учебных занятий используются различные инновационные формы и средства обучения, которые направлены на совместную работу преподавателя и обучающихся, обсуждение, принятие группового решения. Такие методы способствуют сплочению группы и обеспечивают возможности коммуникаций не только с преподавателем, но и с другими обучаемыми, опираются на сотрудничество в процессе познавательной деятельности.

Успешная реализация содержания курса основывается на использовании активных и интерактивных методов обучения (таблица 13).

Таблица 13 – Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Вид занятия	Форма работы
1	Предмет теплотехники. Основные понятия и определения. Основные параметры состояния. Уравнения состояния. Газовые смеси.	Лекция	Дискуссия
2	Внутренняя энергия, теплота и работа. Первый закон термодинамики. Энтальпия. Теплоёмкость.	Практическое занятие	Работа в малых группах
3	Энтропия. Анализ термодинамических процессов. Второй закон термодинамики. Термодинамические циклы и оценка их эффективности.	Лекция	Дискуссия
4	Циклы ДВС и газотурбинных двигателей. Термодинамический анализ работы компрессора. Многоступенчатое сжатие с промежуточным охлаждением.	Практическое занятие	Работа в малых группах
5	Термодинамические свойства реальных рабочих тел (водяной пар, влажный воздух). Циклы холодильных машин.	Лекция	Дискуссия
6	Основные задачи теплообеспечения. Способы распространения теплоты; теплопроводность; механизм процесса, температурное поле, тепловой поток и его плотность; закон Фурье. Теплообмен излучением.	Практическое занятие	Работа в малых группах
7	Основной закон конвективного тепло-	Лекция	Дискуссия

	обмена. Основы теории подобия и моделирования.		
8	Теплопередача. Тепловая изоляция. Интенсификация процессов теплопередачи. Теплообменные аппараты.	Практическое занятие	Работа в малых группах
9	Топливо и основы горения. Теплогенерирующие устройства. Охрана окружающей среды. Основы энергосбережения.	Лекция	Дискуссия

Примечание. К интерактивным формам проведения занятий относятся также лекция-дискуссия, проблемная лекция, деловая игра, ролевая игра, тренинги, анализ ситуаций и имитационных моделей, круглый стол, групповое обсуждение обзоров научных статей, групповое решение творческих задач.

13.2 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение по дисциплине инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (далее ОВЗ) осуществляется преподавателем с учётом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Для студентов с нарушениями опорно-двигательной функции и с ОВЗ по слуху предусматривается сопровождение лекций и практических занятий мультимедийными средствами, раздаточным материалом.

Для студентов с ОВЗ по зрению предусматривается применение технических средств усиления остаточного зрения, а также предусмотрена возможность разработки аудиоматериалов.

По данной дисциплине обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья может осуществляться как в аудитории, так и дистанционно с использованием возможностей электронной образовательной среды (образовательного портала) и электронной почты.