

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Горбунов Алексей Александрович

Должность: Заместитель начальника университета по учебной работе

Дата подписания: 04.08.2025 10:44:55

Уникальный программный ключ:

286e49ee1471d400cc1f45539d51ed7bbf0e9cc7

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теплотехника

Специалитет по специальности

20.05.01 Пожарная безопасность

направленность (профиль) «Пожаротушение»

Санкт-Петербург

1. Цели и задачи дисциплины

Цель освоения дисциплины:

- формирование целостного мировоззрения и развитие системно-эволюционного стиля мышления;
- формирование системы теплотехнических знаний как фундаментальной базы инженерной подготовки;
- формирование навыков по грамотному применению положений технической термодинамики и тепломассообмена в процессе научного анализа проблемных ситуаций, которые инженер должен разрешать при создании новой техники и новых технологий.
- ознакомление с историей и логикой основных открытий теплотехники.

Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины

Компетенции	Содержание
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
ОПК -4	Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в областях техносферной безопасности, охраны труда, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с обеспечением безопасных условий и охраны труда, пожарной безопасности, защитой окружающей среды;
ПК-2	Способен на основе законов теплофизики и термодинамики прогнозировать характер и размеры зон воздействия опасных факторов и их сопутствующих проявлений при авариях и пожарах в помещениях, зданиях, сооружениях, на технологических установках и открытом пространстве

Задачи дисциплины:

- изучение основных понятий и моделей термодинамики, основных законов термодинамики и теплообмена, методов тепломассообменных и термодинамических;
- формирование умений применять основные законы и закономерности термодинамики и тепломассообмена при решении вопросов обеспечения пожарной безопасности;
- овладение навыками по применению закономерностей термодинамики и тепломассообмена при решении вопросов противопожарной защиты.

2. Перечень планируемых результатов обучения дисциплины, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Тип задачи профессиональной деятельности: производственно-технологический	
Владение принципами сбора, отбора и обобщения информации, методики системного подхода для решения профессиональных задач УК-1.1.	Знает
	Понятийный аппарат дисциплины; международную систему единиц измерений (СИ); алгоритм анализа размерностей физических величин; правила анализа постановки учебных задач
	Умеет
	Обобщать учебную информацию; осмысливать учебную информации, воспринимать информацию в различных формах представления (семантическая, знако-символьная и графическая), проводить синтез тематического материала раздела при выполнении учебных заданий
Способен анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности УК-1.2.	Знает
	Порядок представления отчетов о результатах научной работы, принципы построения уравнений на основе закона сохранения энергии, массы и импульса, уравнения неразрывности, включающие в себя разнородные процессы.
	Умеет
	Использовать в практических расчетах методики вычисления тепловых сопротивлений на примере последовательного и параллельного включений, анализировать факторы, влияющие на теплофизические процессы в наибольшей и наименьшей степени.
Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками, методами принятия решений УК-1.3	Знает
	Источники достоверной научной информации, структуру организации справочных изданий, учебной литературы и нормативных документов Основные понятия и определения, способы организации поиска необходимой информации
	Умеет
	Использовать в практических задачах опубликованные результаты научной деятельности, проводить критический анализ полученной информации, вырабатывать порядок самостоятельного

	решения теплотехнических задач.
Знает современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства для решения задач профессиональной деятельности, связанной с обеспечением безопасных условий и охраны труда, пожарной безопасности, защитой окружающей среды ОПК-4.1.	Знает
	Способы выполнения вычислений с помощью электронных таблиц, инструменты для сортировки данных, представления графической информации
	Умеет
	Представлять результаты вычислений с помощью электронных средств в требуемом формате, масштабировать, приводить к нужному порядку рассчитанные величины, владеть современными средствами вычислений инженерных калькуляторов.
Умеет выбирать современные измерительную и вычислительную технику, информационные технологии и программные средства, средства обеспечения пожарной безопасности объектов и оповещения людей, в том числе отечественного производства для решения типовых задач профессиональной деятельности ОПК-4.2.	Знает
	основы теории погрешностей, физические принципы работы контрольно-измерительных приборов, значение организации и планирования учебных действий в процессе обучения
	Умеет
	использовать речевые средства и средства информационно-коммуникационных технологий для решения учебных задач, использовать современные пакеты программ для проведения расчетов и обработки данных
Способен моделировать организационные, тактические, технологические, технические процессы и системы с целью оптимизации системы обеспечения пожарной безопасности в рамках профессиональной деятельности для решения задач пожарной безопасности, в том числе с применением средств автоматизированного проектирования ОПК-4.3.	Знает
	Основные достоинства и недостатки численного моделирования тепловых процессов по отношению к аналитическим и натурным вариантам решения задач, различные способы проведения вычислений, основные допущения и ограничения
	Умеет
	Использовать метод конечных разностей на примере решения задач теплопроводности, использовать аналитические решения, определять границы применимости тепловых моделей.
Тип задачи профессиональной деятельности: проектно-конструкторский	
Знание основных способов прогнозирования в зонах, располагающих опасные факторы пожаров, при авариях и пожарах в помещениях, зданиях, сооружениях, на технологических установках и открытом пространстве ПК-2.1.	Знает
	Принципы термодинамического преобразования тепловой и механической энергии и факторы, определяющие эффективность этих процессов; физические отличия основных способов переноса теплоты в помещениях, технологических установках, открытом пространстве.

	Умеет Проводить оценку параметров состояния термодинамических систем, газовых смесей в условиях теплового воздействия, эффективности преобразования тепловой энергии в другие виды; анализировать вклад различных видов теплообмена в зависимости от специфики решаемой задачи, условий развития пожара
Умеет действовать в случае возникновения пожаров на объектах защиты, прогнозировать обстановку и принимать правильные решения для ликвидации данной проблемы ПК-2.2.	Знает теплофизические принципы работы технических средств для анализа пожарной обстановки с помощью дистанционных средств обнаружения, выполнения тушения пожаров, порядок расчета безопасных расстояний от очага возгорания
	Умеет обосновывать применение соответствующих конструктивных решений и средств защиты от теплового воздействия, работающих на принципах поглощения и отражения теплового излучения, проводить оценку давления и температуры газовых смесей в герметичных ёмкостях
	Знает физические принципы, лежащие в основе нормативных актов, для определения температуры, тепловых потоков и прочих теплофизических параметров, обеспечения безопасности технологических процессов, порядок проведения оценки огнестойкости ограждающих конструкций и трансформируемых противопожарных преград
Владеет правильным применением нормативно-правовых актов в области пожарной безопасности в помещениях, зданиях, сооружениях, на технологических установках и открытом пространстве. ПК-2.3.	Умеет использовать в расчетах данные нормативных документов, проводить расчет тепловых задач и вырабатывать рекомендации по конструктивному исполнению объектов, выбору материалов для обеспечения требований пожарной безопасности

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы специалитета по специальности 20.05.01 «Пожарная безопасность», направленность (профиль) «Пожаротушение».

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

4.1 Распределение трудоемкости учебной дисциплины по видам работ по семестрам и формам обучения

для очной формы обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	з.е.	час.	по семестрам	
			5	6
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	144	72	72
Контактная работа, в том числе:		72	28	44
Аудиторные занятия		72	28	44
Лекции (Л)		18	8	10
Практические занятия (ПЗ)		26	4	22
Лабораторные работы (ЛР)		28	16	12
Самостоятельная работа (СРС)		72	44	28
в том числе:				
курсовая работа (проект)		+		+
Зачет с оценкой		+		+

для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	з.е.	час.	по курсам	
			2	3
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	144	36	108
Контактная работа, в том числе:		22	2	20
Аудиторные занятия		22	2	20
Лекции (Л)		4	2	2
Практические занятия (ПЗ)		10		10
Лабораторные работы (ЛР)		8		8
Самостоятельная работа (СРС)		122	34	88
в том числе:				
курсовая работа (проект)		+		+
Зачет с оценкой		+		+

4.2. Тематический план, структурированный по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

для очной формы обучения

№ п/п	Наименование Тем	Всего часов	Количество часов по видам занятий			Контроль	Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Тема №1 Основные понятия и определения	10	2				8
2	Тема №2 Смеси рабочих тел. Теплоемкость	14		4			10
3	Тема №3 Законы термодинамики и термодинамические процессы	14	2		4		8
4	Тема №4 Реальные газы и пары. Фазовые переходы	18	2		6		10
5	Тема №5 Термодинамический анализ теплотехнических устройств	16	2		6		8
	Итого за 5 семестр	72	8	4	16		44
6	Тема №6 Основные понятия и определения теории теплообмена	12	2	6			4
7	Тема №7 Теплопроводность	14	2		6		6
8	Тема №8 Конвективный теплообмен. Основы теории теплообмена	14	2		6		6
9	Тема №9 Излучение.	14	2	6			6
10	Тема №10 Теплопередача. Интенсификации теплопередачи	18	2	10			6
	Курсовая работа (проект)					+	
	Зачет с оценкой					+	
	Итого за 6 семестр	72	10	22	12		28
	Итого	144	18	26	28		72

для заочной формы обучения

№ п/п	Наименование Тем	Всего часов	Количество часов по видам занятий			Контроль	Самостоятельная работа, в том числе консультация
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Тема №1 Основные понятия и определения	8	2				6
2	Тема №2 Смеси рабочих тел. Теплоемкость	6					6
3	Тема №3 Законы термодинамики и термодинамические процессы	6					6
4	Тема №4 Реальные газы и пары. Фазовые переходы	8					8
5	Тема №5 Термодинамический анализ теплотехнических устройств	8					8
6	Тема №6 Основные понятия и определения теории теплообмена	26	2	6			18
7	Тема №7 Теплопроводность	22			4		18
8	Тема №8 Конвективный теплообмен. Основы теории теплообмена	22			4		18
9	Тема №9 Излучение.	16					16
10	Тема №10 Теплопередача. Интенсификации теплопередачи	22		4			18
	Курсовая работа (проект)					+	
	Зачет с оценкой					+	
	Итого	144	4	10	8		122

4.3 Содержание дисциплины для обучающихся

очной формы обучения

Тема 1. Основные понятия и определения

Лекция. Предмет, задачи и содержание курса теплотехники. Связь с другими отраслями знаний. Значение теплотехнических знаний для сотрудников пожарной охраны. Место и роль курса в общей системе подготовки специалистов для органов и подразделений пожарной охраны.

Самостоятельная работа. Структура и методика изучения курса.

Рекомендуемая литература

основная [1].

Тема 2. Смеси рабочих тел. Теплоемкость

Практическое занятие. Газовые смеси. Теплоемкость. Выполнение расчетно-графической работы «Газовые смеси. Теплоемкость».

Самостоятельная работа. Способы задания состава смеси, соотношения между массовыми и объемными долями. Вычисление параметров состояния смеси, определение кажущейся молекулярной массы и газовой постоянной смеси, определение парциальных давлений компонентов.

Массовая, объемная и молярная теплоемкости. Теплоемкость при постоянных объеме и давлении. Зависимость теплоемкости от температуры и давления. Средняя и истинная теплоемкости. Формулы и таблицы для определения теплоемкостей. Теплоемкость смеси рабочих тел. Подготовка отчета по результатам выполненной работы.

Рекомендуемая литература

основная [1].

Тема 3. Законы термодинамики и термодинамические процессы

Лекция. Сущность первого закона термодинамики. Формулировка первого закона термодинамики. Аналитическое выражение первого закона термодинамики. Определение работы и теплоты через термодинамические параметры состояния. Внутренняя энергия. Энтальпия. Энтропия. Pv - и Ts -диаграммы.

Термодинамический анализ процессов в компрессорах. Классификация компрессоров и принцип их действия. Индикаторная диаграмма. Изотермическое, адиабатное и политропное сжатие, полная работа, затрачиваемая на привод компрессора. Многоступенчатое сжатие. Изображение в Pv - и Ts - диаграммах термодинамических процессов, протекающих в компрессорах. Необратимое сжатие. Относительный внутренний К.П.Д. компрессора.

Лабораторная работа. Законы термодинамики и термодинамические процессы «Многоступенчатый компрессор».

Самостоятельная работа. Подготовка отчета по результатам выполненной работы.

Рекомендуемая литература:
основная [1].

Тема 4. Реальные газы и пары. Фазовые переходы

Лекция. Свойства реальных газов. Пары. Процессы парообразования в Pv - и Ts -диаграммах. Фазовая диаграмма веществ. Понятие об уравнении Вукаловича-Новикова. Уравнение Боголюбова-Майера. Термодинамические таблицы воды и водяного пара. Расчет термодинамических процессов изменения состояния пара. Жидкости и пары, используемые в установках пожаротушения. Жидкости и пары, обращающиеся в технологических установках с повышенной пожарной опасностью. Гомогенные и гетерогенные термодинамические системы. Термодинамическое равновесие. Условие фазового равновесия. Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Устойчивость фаз. Фазовые переходы при одинаковых давлениях фаз.

Лабораторная работа. Исследование термодинамических параметров при фазовых переходах на линии насыщения жидкость—пар.

Самостоятельная работа. Подготовка отчета по результатам выполненной работы.

Рекомендуемая литература:
основная [1].

Тема 5. Термодинамический анализ теплотехнических устройств

Лекция. Циклы двигателей внутреннего сгорания (Д.В.С.). Принцип действия поршневых Д.В.С. Циклы с изохорным и изобарным подводом тепла. Цикл со смешанным подводом теплоты. Изображение циклов в Pv - и Ts -диаграммах. Термические и эксергические К.П.Д. циклов Д.В.С. Сравнительный анализ термодинамических циклов Д.В.С.

Лабораторная работа. Циклы двигателей внутреннего сгорания, «Термодинамический расчет цикла двигателя внутреннего сгорания».

Самостоятельная работа. Подготовка отчета по результатам выполненной работы.

Рекомендуемая литература:
основная [1].

Тема 6. Основные понятия и определения теории теплообмена

Лекция. Предмет и задачи теории теплообмена. Значение теплообмена в промышленных процессах. Основные понятия и определения. Виды переноса теплоты: теплопроводность, конвекция и излучение. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности.

Решение уравнения теплопроводности для однослойной и многослойной плоской и цилиндрической стенок.

Расчет температурного поля стенки с учетом зависимости коэффициента теплопроводности от температуры.

Практическое занятие. Теплопроводность одно- и многослойных плоских и цилиндрических стенок. Выполнение расчетно-графической работы «Стационарная теплопроводность».

Самостоятельная работа. Подготовка отчета по результатам выполненной работы.

Рекомендуемая литература:

основная [1,2];

дополнительная [1,2].

Тема 7. Теплопроводность

Лекция. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условие однозначности. Коэффициент температуропроводности.

Теплопроводность при нестационарном режиме. Нестационарный процесс теплопроводности. Методы решения задач нестационарной теплопроводности. Метод конечных разностей. Охлаждение (нагревание) неограниченной пластины, цилиндра и шара при граничных условиях первого, второго, третьего рода. Нестационарный процесс теплопроводности в телах конечных размеров. Регулярные режимы.

Лабораторная работа. Физические особенности процессов нагревания строительных конструкций и технологического оборудования на пожаре.

Самостоятельная работа. Подготовка отчета по результатам выполненной работы.

Рекомендуемая литература:

основная [1,2];

дополнительная [1,2].

Тема 8. Конвективный теплообмен. Основы теории теплообмена.

Лекция. Основные понятия и определения. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Дифференциальные уравнения теплообмена. Условие однозначности к дифференциальным уравнениям конвективного теплообмена.

Основы теории подобия. Основные определения. Условия подобия физических явлений. Числа подобия. Критериальные уравнения. Физический смысл основных чисел подобия.

Теплоотдача при свободном движении жидкости. Теплоотдача в неограниченном объеме: ламинарная и турбулентная конвекция у вертикальных поверхностей. Теплоотдача на горизонтальной плоской поверхности в неограниченном пространстве. Теплоотдача горизонтально расположенного цилиндра в неограниченном объеме. Критериальные уравнения.

Теплоотдача при вынужденном течении жидкости в трубах, теплоотдача при ламинарном и турбулентном течении жидкостей в трубах, расчетные уравнения подобия.

Лабораторная работа. Теплообмен при естественной конвекции. Теплообмен при вынужденной конвекции, «Конвективный теплообмен».

Самостоятельная работа. Подготовка отчета по результатам выполненной работы.

Рекомендуемая литература:

основная [1,2];

дополнительная [1,2].

Тема 9. Излучение

Лекция. Общие понятия и определения; тепловой баланс лучистого теплообмена. Законы теплового излучения. Теплообмен излучением между телами, разделенными прозрачной средой; коэффициент облученности; теплообмен излучением между телами, произвольно расположенными в пространстве. Защита от излучения. Излучение газов. Излучение факела пламени при пожаре. Расчет безопасных в пожарном отношении расстояний и экранной защиты от теплового излучения. Расчет теплообмена излучением в поглощающей и излучающей среде. Лучистый теплообмен между ограждением и находящейся внутри него высокотемпературной газовой средой.

Практическое занятие. Расчет безопасных в пожарном отношении расстояний и экранной защиты от теплового излучения. Выполнение расчетно-графической работы «Лучистый теплообмен».

Самостоятельная работа. Подготовка отчета по результатам выполненной работы.

Рекомендуемая литература:

основная [1,2];

дополнительная [1,2].

Тема 10. Теплопередача. Интенсификации теплопередачи

Лекция. Назначение, классификация и схемы теплообменных аппаратов. Основные положения теплового расчета теплообменных аппаратов. Уравнение теплопередачи.

Практическое занятие. Теплопередача через плоскую, цилиндрическую, сферическую и оребренную стенки. Пути интенсификации процесса теплопередачи. Тепловая изоляция. Выбор материала тепловой изоляции. Дифференциальные уравнения тепломассообмена.

Самостоятельная работа. Подготовка отчета по результатам выполненной работы.

Рекомендуемая литература:

основная [1,2];

дополнительная [1,2].

для заочной формы обучения

Тема 1. Основные понятия и определения

Лекция. Предмет, задачи и содержание курса теплотехники. Связь с другими отраслями знаний. Значение теплотехнических знаний для сотрудников пожарной охраны. Место и роль курса в общей системе подготовки специалистов для органов и подразделений пожарной охраны. **Самостоятельная работа.** Структура и методика изучения курса.

Рекомендуемая литература
основная [1].

Тема 2. Смеси рабочих тел. Теплоемкость

Самостоятельная работа. Способы задания состава смеси, соотношения между массовыми и объемными долями. Вычисление параметров состояния смеси, определение кажущейся молекулярной массы и газовой постоянной смеси, определение парциальных давлений компонентов.

Массовая, объемная и молярная теплоемкости. Теплоемкость при постоянных объеме и давлении. Зависимость теплоемкости от температуры и давления. Средняя и истинная теплоемкости. Формулы и таблицы для определения теплоемкостей. Теплоемкость смеси рабочих тел.

Рекомендуемая литература
основная [1].

Тема 3. Законы термодинамики и термодинамические процессы

Самостоятельная работа. Сущность первого закона термодинамики. Формулировка первого закона термодинамики. Аналитическое выражение первого закона термодинамики. Определение работы и теплоты через термодинамические параметры состояния. Внутренняя энергия. Энтальпия. Энтропия. Pv - и Ts - диаграммы.

Термодинамический анализ процессов в компрессорах. Классификация компрессоров и принцип их действия. Индикаторная диаграмма. Изотермическое, адиабатное и политропное сжатие, полная работа, затрачиваемая на привод компрессора. Многоступенчатое сжатие. Изображение в Pv - и Ts - диаграммах термодинамических процессов, протекающих в компрессорах. Необратимое сжатие. Относительный внутренний К.П.Д. компрессора.

Рекомендуемая литература:
основная [1].

Тема 4. Реальные газы и пары. Фазовые переходы

Самостоятельная работа. Свойства реальных газов. Пары. Процессы парообразования в Pv - и Ts -диаграммах. Фазовая диаграмма веществ. Понятие об уравнении Вукаловича-Новикова. Уравнение Боголюбова-Майера. Термодинамические таблицы воды и водяного пара. Расчет термодинамических процессов изменения состояния пара. Жидкости и пары, используемые в

установках пожаротушения. Жидкости и пары, обращающиеся в технологических установках с повышенной пожарной опасностью. Гомогенные и гетерогенные термодинамические системы. Термодинамическое равновесие. Условие фазового равновесия. Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Устойчивость фаз. Фазовые переходы при одинаковых давлениях фаз.

Рекомендуемая литература:

основная [1].

Тема 5. Термодинамический анализ теплотехнических устройств

Самостоятельная работа. Циклы двигателей внутреннего сгорания (Д.В.С.). Принцип действия поршневых Д.В.С. Циклы с изохорным и изобарным подводом тепла. Цикл со смешанным подводом теплоты. Изображение циклов в Pv - и Ts - диаграммах. Термические и эксергические К.П.Д. циклов Д.В.С. Сравнительный анализ термодинамических циклов Д.В.С.

Рекомендуемая литература:

основная [1].

Тема 6. Основные понятия и определения теории теплообмена

Лекция. Предмет и задачи теории теплообмена. Значение теплообмена в промышленных процессах. Основные понятия и определения. Виды переноса теплоты: теплопроводность, конвекция и излучение. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности.

Решение уравнения теплопроводности для однослойной и многослойной плоской и цилиндрической стенок.

Расчет температурного поля стенки с учетом зависимости коэффициента теплопроводности от температуры.

Практическое занятие. Теплопроводность одно- и многослойных плоских и цилиндрических стенок. Выполнение расчетно-графической работы «Стационарная теплопроводность».

Самостоятельная работа. Подготовка отчета по результатам выполненной работы.

Рекомендуемая литература:

основная [1,2];

дополнительная [1,2].

Тема 7. Теплопроводность

Лабораторная работа. Физические особенности процессов нагревания строительных конструкций и технологического оборудования на пожаре.

Самостоятельная работа. Подготовка отчета по результатам выполненной работы.

Рекомендуемая литература:

основная [1,2];

дополнительная [1,2].

Тема 8. Конвективный теплообмен. Основы теории теплообмена.

Лабораторная работа. Теплообмен при естественной конвекции. Теплообмен при вынужденной конвекции, «Конвективный теплообмен».

Самостоятельная работа. Подготовка отчетов по выполненным работам.

Рекомендуемая литература:

основная [1,2];

дополнительная [1,2].

Тема 9. Излучение

Самостоятельная работа. Общие понятия и определения; тепловой баланс лучистого теплообмена. Законы теплового излучения. Теплообмен излучением между телами, разделенными прозрачной средой; коэффициент облученности; теплообмен излучением между телами, произвольно расположенными в пространстве. Защита от излучения. Излучение газов. Излучение факела пламени при пожаре. Расчет безопасных в пожарном отношении расстояний и экранной защиты от теплового излучения. Расчет теплообмена излучением в поглощающей и излучающей среде. Лучистый теплообмен между ограждением и находящейся внутри него высокотемпературной газовой средой.

Рекомендуемая литература:

основная [1,2];

дополнительная [1,2].

Тема 10. Теплопередача. Интенсификации теплопередачи

Самостоятельная работа. Назначение, классификация и схемы теплообменных аппаратов. Основные положения теплового расчета теплообменных аппаратов. Уравнение теплопередачи.

Рекомендуемая литература:

основная [1,2];

дополнительная [1,2].

5. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

При реализации программы дисциплины используются лекционные, практические занятия, лабораторные работы.

Общими целями занятий являются:

обобщение, систематизация, углубление, закрепление теоретических знаний по конкретным темам дисциплины;

формирование умений применять полученные знания на практике, реализация единства интеллектуальной и практической деятельности;

выработка при решении поставленных задач профессионально значимых качеств: самостоятельности, ответственности, точности, творческой инициативы.

Целями лекции являются:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентируя внимание на наиболее сложных вопросах;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

В ходе практического занятия обеспечивается процесс активного взаимодействия обучающихся с преподавателем; приобретаются практические навыки и умения. Цель практического занятия: углубить и закрепить знания, полученные на лекции, формирование навыков использования знаний для решения практических задач; выполнение тестовых заданий по проверке полученных знаний и умений.

Целью лабораторного занятия является усвоение теоретических основ дисциплины и получение практических навыков исследования путем постановки, проведения, обработки и представления результатов эксперимента на основе практического использования различных методов (наблюдения, измерения, сравнения и др.), приобретения навыков опыта творческой деятельности. В заключительной части лабораторного занятия обучающиеся оформляют результаты экспериментов в форме отчета.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим занятиям.

6. Оценочные материалы по дисциплине

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины, проводится в соответствии с содержанием дисциплины по видам занятий в форме тестирования, защиты отчетов по лабораторным (расчетно-графическим) работам, решения задач.

Промежуточная аттестация обеспечивает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине, проводится в форме зачета с оценкой, курсовой работы.

6.1. Примерные оценочные материалы:

6.1.1. Текущего контроля

Типовые задания для тестирования:

1. Чем отличаются излучение от тел с разной температурой:
 - длиной волны;
 - скоростью распространения;

- направлением.
- 2. Основной закон, связывающий мощность излучения с температурой:
 - Кирхгофа;
 - Планка;
 - Стефана-Больцмана;
- 3. Если тело абсолютно черное, то чему равна его излучательная способность:
 - 0;
 - 1;
 - 0,5.
- 4. Какое из тел называется абсолютно белым:
 - тело с поглотительной способностью, равной 0;
 - тело с отражательной способностью, равной 0;
 - тело с коэффициентом пропускания, равным 1;
- 5. Какой закон устанавливает связь потока излучения с направлением:
 - Планка;
 - Ламберта;
 - Вина;

Форма отчета по лабораторной (расчетно-графической) работе:

Отчет о лабораторной работе №____

Название работы:

Цель работы:

Теоретическая часть:

Экспериментальная часть:

Обработка результатов:

Выводы о соответствии установленным нормам и правилам оценки:

Типовые задачи:

1. Газовая смесь имеет следующий массовый состав: CO_2 12%; O_2 8% и N_2 80%. Определить удельную теплоемкость смеси при постоянном давлении.
2. Газ при давлении 1,4 МПа и температуре 55°C имеет объем 4 л. Чему равен объем этой массы газа при нормальных условиях?
3. Как и на сколько изменяется температура 0,5 кг кислорода, совершающего при адиабатном расширении работу $L=1,5$ кДж? Определить изменение внутренней энергии кислорода при данных условиях.
4. Определить скорость истечения воздуха из воздуховода с избыточным давлением 2,3 кПа в помещение с нормальными условиями.

6.1.2. Промежуточной аттестации

Примерная тематика курсовых работ

1. Температурный режим пожара в помещении
2. Газовые смеси и термодинамические процессы в условиях пожара

3. Газообмен при внутреннем пожаре в помещении

Примерный перечень вопросов, выносимых на зачет с оценкой

1. Предмет термодинамики.
2. Основные параметры состояния. Законы идеальных газов.
3. Работа, совершаемая телом при изменении объема.
4. Внутренняя энергия, количество теплоты. Первый закон термодинамики.
5. Способы задания газовой смеси.
6. Соотношения между массовыми и объемными долями. Определение кажущейся молярной массы смеси и парциальных давлений компонентов.
7. Теплоемкости смеси рабочих тел.
8. Теплоемкость тела, удельная, объемная и молярная теплоемкости. Соотношения между ними.
9. Теплоемкости при постоянном объеме и давлении. Уравнение Майера.
10. Теплоемкости идеального газа. Зависимость теплоемкости от температуры.
11. Порядок исследования термодинамических процессов.
12. Исследование изохорного процесса.
13. Исследование изобарного процесса.
14. Исследование изотермического процесса.
15. Исследование адиабатного процесса.
16. Исследование политропного процесса. Основные термодинамические процессы — частные случаи политропного процесса.
17. Классификация компрессоров и принцип их действия.
18. Анализ работы одноступенчатого компрессора. Индикаторная диаграмма. Изотермическое, адиабатное и политропное сжатие, полная работа, затрачиваемая на привод компрессора. Недостатки одноступенчатого компрессора.
19. Многоступенчатый компрессор. Индикаторная диаграмма. Преимущества многоступенчатых компрессоров.
20. Истечение газов. Стационарное истечение. Использование в технике.
21. Уравнение неразрывности. Первый закон термодинамики для потока. Уравнение Бернулли.
22. Свойства дозвуковых и сверхзвуковых потоков. Сопла и диффузоры. Сопло Лаваля.
23. Истечение из суживающегося сопла. Расчет температуры, скорости истечения и расхода.
24. Критическое истечение. Расчет температуры, скорости истечения и расхода.
25. Дросселирование газов и паров. Особенности дросселирования идеального и реального газов. Понятие об эффекте Джоуля-Томсона. Практическое использование процесса дросселирования.
26. Круговой процесс. Прямые и обратные циклы. Второй закон термодинамики.
27. Цикл Карно и его свойства. К.П.Д. Цикла Карно.

28. Понятие о двигателях внутреннего сгорания. Индикаторная диаграмма четырехтактного карбюраторного Д.В.С. Метод термодинамического рассмотрения циклов.

29. Цикл двигателя внутреннего сгорания с изохорным подводом теплоты.

30. Цикл двигателя внутреннего сгорания с изобарным подводом теплоты.

31. Цикл двигателя внутреннего сгорания со смешанным подводом теплоты. Сравнение циклов двигателей внутреннего сгорания.

32. Диаграмма состояния. Тройная точка и критическая точка. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.

33. $P-v$ диаграмма для водяного пара. Влажный, сухой и перегретый пар. Степень сухости пара.

34. Уравнения Ван-дер-Ваальса и Вукаловича-Новикова.

35. $T-s$ диаграмма для водяного пара.

36. Цикл Карно для водяного пара. Цикл Ренкина.

37. Теплофикационный цикл. Понятие о циклах атомных силовых установок.

38. Основные понятия и определения теории теплообмена. Виды переноса теплоты: теплопроводность, конвекция и излучение.

39. Теплопроводность. Понятие о температурном поле, градиенте температуры. Закон Фурье. Зависимость коэффициента теплопроводности от температуры.

40. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Граничные условия.

41. Решение уравнения теплопроводности для однослойной плоской стенки.

42. Решение уравнения теплопроводности для многослойной плоской стенки.

43. Решение уравнения теплопроводности для цилиндрической стенки.

44. Использование метода последовательных приближений для решения задач стационарной теплопроводности.

45. Конвективный теплообмен. Основные понятия и определения. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи.

46. Система дифференциальных уравнений для конвективного теплообмена. Условие однозначности.

47. Понятие о теории подобия. Числа подобия. Критериальные уравнения. Физический смысл основных чисел подобия.

48. Конвективный теплообмен при свободной конвекции в большом объеме.

49. Конвективный теплообмен при свободной конвекции в прослойках.

50. Конвективный теплообмен при вынужденном течении жидкостей.

51. Теплообмен при кипении. Экспериментальные данные. Пузырьковое и пленочное кипение. Вопросы пожарной безопасности устройств и аппаратов, в которых реализуются процессы кипения жидкостей.

52. Теплообмен при конденсации пара. Пленочная и капельная конденсация.

53. Лучистый теплообмен. Основные понятия и определения. Баланс лучистого теплообмена.

54. Законы теплового излучения.

55. Лучистый теплообмен между телами, произвольно ориентированными в пространстве. Расчет безопасных в пожарном отношении расстояний.

56. Использование экранов для обеспечения безопасных расстояний.

57. Назначение, классификация и схемы теплообменных аппаратов.

58. Основные положения теплового расчета теплообменных аппаратов. Средний температурный напор.

59. Теплопередача через плоскую однослойную стенку.

60. Теплопередача через плоскую многослойную стенку.

61. Теплопередача через цилиндрическую стенку. Критический диаметр тепловой изоляции.

62. Изменение температуры при нестационарном режиме. Регулярный тепловой режим.

63. Уравнение нестационарной теплопроводности и методы его решения. Обобщенные переменные.

64. Двухсторонний прогрев стенки при граничных условиях 3-го рода.

65. Нестационарная теплопроводность полуограниченного тела при стационарных граничных условиях.

66. Особенности решения задач нестационарной теплопроводности в пожарном деле. Изменение физических параметров тел при нагревании в условиях пожара. Влияние влажности строительных материалов. Стандартный температурный режим и предел огнестойкости.

6.2. Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок

Система оценивания включает:

Форма контроля	Показатели оценивания	Критерии выставления оценок	Шкала оценивания
курсовая работа	содержание, оформление, полнота и защита работы	работа выполнена самостоятельно, имеет научно-практический характер, содержит элементы новизны; оформление отвечает установленным требованиям; показано знание теоретического материала по рассматриваемой теме, умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщение и выводы; материал излагается грамотно, логично, последовательно; во время защиты показано умение кратко, доступно представить результаты исследования, адекватно ответить на	отлично

		поставленные вопросы.	
		работа выполнена самостоятельно, имеет научно-практический характер, содержит элементы новизны; имеются недочеты в оформлении курсовой работы; показано знание теоретического материала по рассматриваемой теме, умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщение и выводы; материал не всегда излагается логично, последовательно; во время защиты показано умение кратко, доступно представить результаты исследования, однако затруднены ответы на поставленные вопросы	хорошо
		работа выполнена самостоятельно, не содержит элементы новизны; имеются недочеты в оформлении курсовой работы; не в полной мере владение теоретическим материалом по рассматриваемой теме, анализ и аргументирование точки зрения, обобщение и выводы вызывают затруднения; материал не всегда излагается логично, последовательно; во время защиты имеются затруднения в представлении результатов исследования и ответах на поставленные вопросы.	удовлетворительно
		работа выполнена не самостоятельно, не имеет научно-практический характер, не содержит элементы новизны; оформление не соответствует установленным требованиям; отсутствует понимание и владение материалом по рассматриваемой теме.	неудовлетворительно
зачет с оценкой	правильность и полнота ответа	дан правильный, полный ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; могут быть допущены недочеты, исправленные самостоятельно в процессе ответа.	отлично
		дан правильный, недостаточно полный ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить	хорошо

		существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи; могут быть допущены недочеты, исправленные с помощью преподавателя.	
		дан недостаточно правильный и полный ответ; логика и последовательность изложения имеют нарушения; в ответе отсутствуют выводы.	удовлетворительно
		ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу; присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения; дополнительные и уточняющие вопросы не приводят к коррекции ответа на вопрос.	неудовлетворительно

7. Ресурсное обеспечение дисциплины

7.1. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

1. МойОфис Образование [ПО-41В-124] - Полный комплект редакторов текстовых документов и электронных таблиц, а также инструментарий для работы с графическими презентациями [Свободно распространяемое. Номер в Едином реестре российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных - 4557]

2. Astra Linux Common Edition релиз Орел [ПО-25В-603] - Операционная система общего назначения "Astra Linux Common Edition" [Коммерческая (Full Package Product). Номер в Едином реестре российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных - 4433]

7.2. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Информационная справочная система — Сервер органов государственной власти Российской Федерации <http://россия.рф/> (свободный доступ); профессиональные базы данных — Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru/> (свободный доступ); федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru> (свободный доступ); система официального опубликования правовых актов в электронном виде <http://publication.pravo.gov.ru/> (свободный доступ); федеральный портал «Совершенствование государственного управления» <https://ar.gov.ru> (свободный доступ).

7.3. Литература

Основная литература:

1. Основы теплотехники в пожарном деле: учебник для пожарно-технических вузов. / Кузьмин А.А., Минкин Д.А., Пермяков А.А., Романов Н.Н. / Под общей ред. Б.В. Гавкалюка. — СПб.: Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России, 2022. — 376 с. *Режим доступа:* <http://elib.igps.ru/?5&type=card&cid=ALSFR-44a22728-dfbe-43b1-b328-63735aa1adff&remote=false>

2. А.А. Кузьмин, Н.Н. Романов, А.А. Пермяков / Процессы теплопроводности в практике пожарного дела: учебное пособие. / Под общей ред. Б.В. Гавкалюка. — СПб.: Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России, 2021. — 132 с. *Режим доступа:* <http://elib.igps.ru/?4&type=card&cid=ALSFR-ef333fc7-e7aa-4e67-bc84-52f1a46733b5>

Дополнительная литература:

1. Техническая термодинамика: курс лекций: [гриф МЧС] / А. А. Кузьмин, Н. Н. Романов, Е. Ф. Харитонов ; ред. Э. Н. Чижилов ; МЧС России. - СПб. : СПбУ ГПС МЧС России, 2016. - 200 с. - URL: <http://elib.igps.ru/?32&type=card&cid=ALSFR-4ebc2c09-d9da-4cfc-96fe-1274e056cd52&remote=false>.

2. А.А. Пермяков, А.А. Кузьмин, Н.Н. Романов, А.С. Константинова /Термогазодинамический режим пожара в помещении. Курсовое проектирование: учеб. пособие. СПб.: С.-Петерб. ун-т ГПС МЧС России, 2024. 136 с. Режим доступа: <https://elib.igps.ru/?9&type=card&cid=ALSFR-4f5394ce-a82b-4ca9-aa79-9bebffb14b3&remote=false>

7.4. Материально-техническое обеспечение

Для проведения и обеспечения занятий используются помещения, которые представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: автоматизированное рабочее место преподавателя, маркерная доска, мультимедийный проектор, документ-камера, посадочные места обучающихся.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде университета.

Для проведения лабораторных работ используется «Лаборатория теплотехники».

Авторы: кандидат педагогических наук, доцент Кузьмин А.А.; кандидат технических наук, доцент Минкин Д.А.; кандидат технических наук, доцент Романов Н.Н., кандидат педагогических наук Пермяков А.А.