

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Савченко Сергей Александрович

Должность: Заместитель начальника Дальневосточной пожарно-спасательной академии-филиала Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России

учебно-научной работе

Дата подписания: 17.07.2025 16:02:41

Уникальный программный ключ:

eec85c61c10b2c390685a1b1e1e60a00cd448c84

**ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России»
Дальневосточная пожарно-спасательная академия**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ОСНОВЫ ТЕПЛОТЕХНИКИ»**

**Бакалавриат по направлению подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность**

**направленность (профиль)
«Пожарная безопасность»**

Владивосток

1. Цели и задачи дисциплины

Целями 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	способностью осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
ОПК-1	способностью 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;
ПК-2	способностью на основе законов теплофизики и термодинамики прогнозировать характер и размеры зон воздействия опасных факторов и их сопутствующих проявлений, применять действующие расчетные и экспериментальные методики, проводить анализ пожарной опасности и обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от негативных воздействий опасных факторов пожаров

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, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование профессиональных компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
Тип задач профессиональной деятельности: Проектно-конструкторский	
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации, методики системного подхода для решения профессиональных задач. УК-1.2. Умеет анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности. УК-1.3. Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений.
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 информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства для решения задач профессиональной деятельности. ОПК-1.2. Умеет выбирать современные средства обеспечения пожарной безопасности объектов и оповещения людей, в том числе отечественного производства для решения задач профессиональной деятельности. ОПК-1.3. Владеет навыками применения современных средств индивидуальной и коллективной защиты, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности.
ПК-2. Способен на основе законов теплофизики и термодинамики прогнозировать характер и размеры зон воздействия опасных факторов и их сопутствующих проявлений, применять действующие расчетные и экспериментальные методики, проводить анализ пожарной опасности и обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от негативных воздействий опасных факторов пожаров	ПК-2.1. Знает действующие расчетные и экспериментальные методики. ПК-2.2. Умеет проводить анализ пожарной опасности. ПК-2.3. Владеет навыком выбора известных устройств, систем и методов защиты человека и окружающей среды от негативных воздействий опасных факторов пожаров.

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Теплотехника» относится к базовой части основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность», профиль «Пожарная безопасность», уровень бакалавриата.

4. Структура и содержание дисциплины «Основы теплотехника»
 Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачётных единицы, 144 часа.

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		5
1	2	3
Общая трудоёмкость дисциплины в часах	144	144
Общая трудоёмкость дисциплины в зачетных единицах	4	4
Контактная работа (в виде аудиторной работы)	74	74
В том числе:		
Лекции	16	16
Лабораторные работы	10	10
Практические занятия	46	46
Консультация	2	2
Форма контроля - экзамен	36	36
Самостоятельная работа	34	34

4.2 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Курс	
		1	2
1	2	1	2
Общая трудоёмкость дисциплины в часах	144	36	108
Общая трудоёмкость дисциплины в зачетных единицах	4	1	3
Контактная работа (в виде аудиторной работы)	21	4	17
В том числе:			
Лекции	2	2	
Лабораторные работы	2		2
Практические занятия	6	2	4
Консультация	2		2
Форма контроля – экзамен	9		9
Самостоятельная работа	123	32	91

**4.3 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 разделов и тем	Всего часов	Количество часов по видам занятий				Контроль	Самостоятельная работа	Примечание
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Консультация			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Раздел № 1 Термодинамика									
1	Основные понятия и определения	2	2						
2	Смеси рабочих тел. Теплоёмкость	8		6				2	
3	Законы термодинамики и термодинамические процессы	8	2	4				2	
4	Термодинамика потоков	6		4				2	
5	Реальные газы и пары. Фазовые переходы	6	2	2				2	
6	Термодинамический анализ теплотехнических устройств	6	2	4					
7	Теплогенерирующие устройства, холодильная и криогенная техника	4		2				2	
8	Химическая термодинамика. Топливо и основы горения	4		2				2	
Раздел № 2 Теория тепломассообмена и промышленная теплотехника									
9	Основные понятия и определения теории теплообмена	8	2	2				4	
10	Теплопроводность	10		6				4	
11	Конвективный теплообмен. Основы теории теплообмена	10	2	4				4	
12	Излучение	12	2	2	4			4	
13	Теплопередача. Интенсификации теплопередачи.	14	2	4	6			2	
14	Основы массообмена. Тепломассообменные устройства	4		2				2	
15	Применение теплоты в пожарной охране и охрана окружающей среды. Основы энергосбережения и основные направления экономии энергоресурсов. Вторичные энергетические ресурсы	4		2				2	
Консультация		2				2			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Экзамен		36					36		
Итого по дисциплине		144	16	46	10	2	36	34	

4.4 Тематический план, структурированный по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий для заочной формы обучения

№ п./п.	Наименование разделов и тем	Всего часов	Количество часов по видам занятий				Контроль	Самостоятельная работа	Примечание
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Консультация			
1	2	3	4	5	6				
Раздел № 1 Термодинамика									
1	Основные понятия и определения	6						6	
2	Смеси рабочих тел. Теплоёмкость	4			2			2	
3	Законы термодинамики и термодинамические процессы	12	2	2				8	
4	Термодинамика потоков	10						10	
5	Реальные газы и пары. Фазовые переходы	10		2				8	
6	Термодинамический анализ теплотехнических устройств	5		2				3	
7	Теплогенерирующие устройства, холодильная и криогенная техника	6						6	
8	Химическая термодинамика. Топливо и основы горения	10						10	
Раздел № 2 Теория теплообмена и промышленная теплотехника									
9	Основные понятия и определения теории теплообмена	10						10	
10	Теплопроводность	10						10	
11	Конвективный теплообмен. Основы теории теплообмена	10						10	
12	Излучение	10						10	
13	Теплопередача. Интенсификации теплопередачи.	10						10	
14	Основы массообмена. Тепломассообменные устройства	10						10	
15	Применение теплоты в пожарной охране и охрана окружающей среды. Основы	10						10	

	энергосбережения и основные направления экономии энергоресурсов. Вторичные энергетические ресурсы								
Консультация		2							
Экзамен		9							
Итого по дисциплине		144	2	6	2			123	

4.5 Содержание дисциплины для очной формы обучения

РАЗДЕЛ № 1 ТЕРМОДИНАМИКА

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. Структура и методика изучения курса.

Самостоятельная работа. Предмет термодинамики и ее методы. Термодинамическая система. Основные параметры состояния. Равновесное и неравновесное состояние. Уравнения состояния. Равновесные и неравновесные состояния. Термодинамический процесс. Равновесные и неравновесные процессы. Обратимые и необратимые процессы.

Рекомендуемая литература:

основная [1].

Тема 2. Смеси рабочих тел. Теплоемкость

Практическое занятие. 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.

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

Самостоятельная работа. Подготовка отчета по результатам выполненной работы.

Рекомендуемая литература:

основная [1-7].

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. Уравнение первого закона термодинамики для потока.

Сущность второго закона термодинамики. Основные формулировки второго закона термодинамики. Термодинамические циклы тепловых машин. Прямые и обратные циклы. Термодинамический К.П.Д. и холодильный коэффициент. Циклы Карно и анализ их свойств. Аналитическое выражение второго закона термодинамики. Изменение энтропии в необратимых процессах. Изменение энтропии и работоспособность изолированной термодинамической системы. Эксергия теплоты.

Общие методы исследования процессов изменения состояния рабочих тел. Политропные процессы. Основные характеристики политропных процессов. Изображение процессов в координатах Pv и Ts . Основные термодинамические процессы: изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный – частные случаи политропного процесса.

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.

Практическое занятие. Законы термодинамики и термодинамические процессы. Выполнение расчетно-графической работы «Многоступенчатый компрессор».

Самостоятельная работа. Подготовка отчета по результатам выполненной работы.

Рекомендуемая литература:
основная [1-7].

Тема 4. Термодинамика потоков

Практическое занятие. Основные положения. Уравнения истечения. Располагаемая работа и скорость истечения. Секундный расход при истечении. Связь критической скоростью истечения с местной скоростью распространения звука. Критическое отношение давлений. Расчет скорости истечения и секундного массового расхода для критического режима. Условия перехода через критическую скорость. Сопло Лаваля. Расчет процесса истечения водяного пара с помощью is - диаграммы. Действительный процесс истечения. Термодинамические процессы в газовых установках пожаротушения. Истечение газа из баллона ограниченной вместимости.

Дросселирование газов и паров. Сущность процесса дросселирования и его уравнение. Изменение параметров в процессе дросселирования. Понятие об

эффекте Джоуля-Томсона. Особенности дросселирования идеального и реального газов. Понятие о температуре инверсии. Условное изображение процесса дросселирования в is - диаграмме. Практическое использование процесса дросселирования.

Самостоятельная работа. Изучение теоретического материала.

Рекомендуемая литература:

основная [1, 2].

Тема 5. Реальные газы и пары. Фазовые переходы

Лекция. Свойства реальных газов. Пары. Процессы парообразования в p - v - и T - s -диаграммах. Фазовая диаграмма веществ. Термодинамические свойства поверхности раздел фаз. Понятие об уравнении Вукаловича-Новикова. Уравнение Боголюбова-Майера. Термодинамические таблицы воды и водяного пара. Термодинамические диаграммы p - v -, T - s - и is - водяного пара, двуокиси углерода, фреонов. 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. Фазовые переходы при искривленных поверхностях раздела.

Практическое занятие. Исследование термодинамических параметров при фазовых переходах на линии насыщения жидкость—пар.

Самостоятельная работа. Работа с виртуальным УМК в режиме самоконтроля по теме лекции и подготовка отчета по выполненной работе.

Рекомендуемая литература:

основная [1-7].

Тема 6. Термодинамический анализ циклов теплотехнических устройств

Лекция. Циклы паросиловых установок. Принципиальная схема паросиловой установки. Цикл Ренкина и его использование. Влияние начальных и конечных параметров на термический К.П.Д. цикла Ренкина. Изображение цикла p - v -, T - s - и is - диаграммах. Пути повышения экономичности паросиловых установок. Теплофикационный цикл. Понятие о циклах атомных силовых установок.

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 p - v - и T - s - диаграммах. Термические и эксергические К.П.Д. циклов Д.В.С. Сравнительный анализ термодинамических циклов Д.В.С.

Циклы установок для газовойодяного тушения пожаров.

Циклы холодильных установок. Холодильный коэффициент и холодопроизводительность. Цикл паровой и воздушной компрессорной холодильной установки. Понятие об абсорбционных и парожеткторных холодильных установках. Термотрансформаторы.

Практическое занятие. Циклы двигателей внутреннего сгорания. Выполнение расчетно-графической работы «Термодинамический расчет цикла двигателя внутреннего сгорания».

Рекомендуемая литература:
основная [1].

Тема 7. Теплогенерирующие устройства, холодильная и криогенная техника

Практическое занятие. Двигатели внутреннего сгорания. Тепловые электростанции. Основные положения расчета теплосиловых устройств. Физическая сущность процессов охлаждения.

Самостоятельная работа. Основы получения искусственного холода. Классификация холодильных машин и установок. Холодильные агрегаты и их основные характеристики. Холодопроизводительность установки. Основы криогенной техники. Воздухоразделительные установки. Гелиевые и водородные системы. Системы хранения и транспортировки криогенных веществ.

Рекомендуемая литература:
основная [1, 2].

Тема 8. Химическая термодинамика. Топливо и основы горения

Практическое занятие. Теплота сгорания. Основные положения теории горения. Особенности сжигания твердого, жидкого и газообразных топлив и расчет теоретически необходимого количества воздуха для их сжигания. Коэффициент избытка воздуха. Состав объем продуктов сгорания. Теоретическая температура горения.

Самостоятельная работа. Изучение теоретического материала.

Рекомендуемая литература:
основная [1-7].

РАЗДЕЛ № 2 ТЕОРИЯ ТЕПЛОМАССООБМЕНА И ПРОМЫШЛЕННАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА

Тема 9. 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.

Самостоятельная работа. Теплопроводность одно- и многослойных плоских и цилиндрических стенок.

Рекомендуемая литература:

основная [1-7].

Тема 10. Теплопроводность

Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условие однозначности. Коэффициент температуропроводности.

Теплопроводность при нестационарном режиме. Нестационарный процесс теплопроводности. Методы решения задач нестационарной теплопроводности: метод разделения переменных, метод интегрального преобразования Фурье, метод Лапласа. Метод конечных разностей.

Практическое занятие. Охлаждение (нагревание) неограниченной пластины, цилиндра и шара при граничных условиях первого, второго, третьего рода. Нестационарный процесс теплопроводности в телах конечных размеров. Регулярные режимы. Физические особенности процессов нагревания строительных конструкций и технологического оборудования на пожаре. Испытания строительных конструкций в печах.

Самостоятельная работа. Подготовка отчета по результатам выполненной работы.

Рекомендуемая литература:

основная [1].

Тема 11. Конвективный теплообмен. Основы теории теплообмена

Лекция. Основные понятия и определения. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Дифференциальные уравнения теплообмена: уравнение движения вязкой жидкости (Навье-Стокса), уравнение теплопроводности для потока движущейся жидкости, уравнение теплоотдачи на границе потока и стенки (Био-Фурье), уравнение неразрывности. Условие однозначности к дифференциальным уравнениям конвективного теплообмена. Основные положения теории пограничного слоя. Исследование теплоотдачи методами пограничного слоя.

Основы теории подобия. Основные определения. Условия подобия физических явлений. Преобразования подобия. Числа подобия. Критериальные уравнения. Физический смысл основных чисел подобия. Методы моделирования. Понятия о математическом моделировании.

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. Теплообмен при свободной конвекции в замкнутых объёмах. Расчет теплоотдачи через тонкие прослойки жидкости и газа.

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

Теплоотдача при вынужденном движении среды. Теплообмен при движении жидкостей вдоль плоской поверхности; теплоотдача при ламинарном и турбулентном пограничном слое; решение задач методом теории подобия; критериальные уравнения.

Практическое занятие. Теплообмен при естественной конвекции. Теплообмен при вынужденной конвекции. Выполнение расчетно-графической работы «Конвективный теплообмен».

Самостоятельная работа. Подготовка отчетов по выполненным работам.

Рекомендуемая литература:
основная [1-7].

Тема 12. 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.

Радиационно-конвективный и радиационно-кондуктивный теплообмен при большой оптической толщине среды. Критерии радиационного подобия. Теплообмен ограждающих конструкций при пожаре в помещении.

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

Самостоятельная работа. Подготовка отчета по выполненной работе.

Рекомендуемая литература:
основная [1-7].

Тема 13. Теплопередача. Интенсификации теплопередачи.

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

Лабораторная работа. Теплопередача через плоскую, цилиндрическую, сферическую и оребренную стенки. Пути интенсификации процесса

теплопередачи. Тепловая изоляция. Выбор материала тепловой изоляции. Дифференциальные уравнения тепломассообмена.

Самостоятельная работа. Работа с виртуальным УМК в режиме самоконтроля по теме лекции.

Рекомендуемая литература:
основная [1-7].

Тема 14. Основы массообмена. Тепломассообменные устройства

Основные понятия и определения. Концентрационная диффузия. Термо- и бародиффузия. Конвективная диффузия. Дифференциальные уравнения тепломассообмена. Диффузионные критерии подобия. Критериальные уравнения. Расчет тепломассообмена в воздухе при его вынужденном и свободном движении. Тепломассообмен при испарении легковоспламеняющихся и горючих жидкостей. Оценка пожарной опасности образующихся паровоздушных смесей в помещениях.

Назначение, классификация и схемы теплообменных аппаратов. Принцип расчета теплообменных аппаратов. Конструктивный и поверочный тепловые расчеты теплообменных аппаратов. Средний температурный напор. Основы гидродинамического расчета теплообменных аппаратов.

Практическое занятие. Расчет температур теплоносителей на выходе из аппарата при оценке безопасных условий работы.

Самостоятельная работа. Подготовка отчета по выполненной работе.

Рекомендуемая литература:
основная [1-7].

Тема 15. Применение теплоты в пожарной охране и охрана окружающей среды. Основы энергосбережения и основные направления экономии энергоресурсов. Вторичные энергетические ресурсы

Практическое занятие. Основные потребители теплоты. Элементы сушильной установки. Типы сушильных установок. Тепловой баланс сушильной установки и определение ее размеров. Техничко-экономические показатели сушилок.

Теплопередача. Выполнение расчетно-графической работы «Теплообменный аппарат».

Самостоятельная работа. Работа с виртуальным УМК в режиме самоконтроля.

Рекомендуемая литература:
основная [1-7].

4.6 Содержание дисциплины для заочной формы обучения

РАЗДЕЛ № 1 ТЕРМОДИНАМИКА

Тема 1. Основные понятия и определения

Самостоятельная работа. Предмет термодинамики и ее методы. Термодинамическая система. Основные параметры состояния. Равновесное и неравновесное состояние. Уравнения состояния. Равновесные и неравновесные состояния. Термодинамический процесс. Равновесные и неравновесные процессы. Обратимые и необратимые процессы.

Рекомендуемая литература:

основная [1].

Тема 2. Смеси рабочих тел. Теплоемкость

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

Лабораторное занятие. 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.

Самостоятельная работа. Подготовка отчета по результатам выполненной работы.

Рекомендуемая литература:

основная [1-7].

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. Уравнение первого закона термодинамики для потока.

Сущность второго закона термодинамики. Основные формулировки второго закона термодинамики. Термодинамические циклы тепловых машин. Прямые и обратные циклы. Термодинамический К.П.Д. и холодильный коэффициент. Циклы Карно и анализ их свойств. Аналитическое выражение второго закона термодинамики. Изменение энтропии в необратимых процессах. Изменение энтропии и работоспособность изолированной термодинамической системы. Эксергия теплоты.

Общие методы исследования процессов изменения состояния рабочих тел. Политропные процессы. Основные характеристики политропных процессов. Изображение процессов в координатах Pv и Ts . Основные

термодинамические процессы: изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный – частные случаи политропного процесса.

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.

Практическое занятие. Законы термодинамики и термодинамические процессы. Выполнение расчетно-графической работы «Многоступенчатый компрессор».

Самостоятельная работа. Подготовка отчета по результатам выполненной работы.

Рекомендуемая литература:
основная [1-7].

Тема 4. Термодинамика потоков

Самостоятельная работа. Изучение теоретического материала. Уравнения истечения. Располагаемая работа и скорость истечения. Секундный расход при истечении. Связь критической скоростью истечения с местной скоростью распространения звука. Критическое отношение давлений. Расчет скорости истечения и секундного массового расхода для критического режима. Условия перехода через критическую скорость. Сопло Лаваля. Расчет процесса истечения водяного пара с помощью is - диаграммы. Действительный процесс истечения. Термодинамические процессы в газовых установках пожаротушения. Истечение газа из баллона ограниченной вместимости.

Рекомендуемая литература:
основная [1,2].

Тема 5. Реальные газы и пары. Фазовые переходы

Практическое занятие. Исследование термодинамических параметров при фазовых переходах на линии насыщения жидкость—пар.

Свойства реальных газов. Пары. Процессы парообразования в pv - и Ts - диаграммах. Фазовая диаграмма веществ. Термодинамические свойства поверхности раздел фаз. Понятие об уравнении Вукаловича-Новикова. Уравнение Боголюбова-Майера. Термодинамические таблицы воды и водяного пара. Термодинамические диаграммы Pv -, Ts - и is - водяного пара, двуокиси углерода, фреонов. Расчет термодинамических процессов изменения состояния пара. Жидкости и пары, используемые в установках пожаротушения. Жидкости и пары, обращающиеся в технологических установках с повышенной пожарной опасностью.

Самостоятельная работа. Работа с виртуальным УМК в режиме самоконтроля по теме лекции и подготовка отчета по выполненной работе.

Рекомендуемая литература:
основная [1-7].

Тема 6. Термодинамический анализ циклов теплотехнических устройств

Практическое занятие. Циклы двигателей внутреннего сгорания. 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.

Выполнение расчетно-графической работы «Термодинамический расчет цикла двигателя внутреннего сгорания».

Рекомендуемая литература:
основная [1-7].

Тема 7. Теплогенерирующие устройства, холодильная и криогенная техника

Самостоятельная работа. Основы получения искусственного холода. Классификация холодильных машин и установок. Холодильные агрегаты и их основные характеристики. Холодопроизводительность установки. Основы криогенной техники. Воздухоразделительные установки. Гелиевые и водородные системы. Системы хранения и транспортировки криогенных веществ.

Рекомендуемая литература:
основная [1, 2].

Тема 8. Химическая термодинамика. Топливо и основы горения

Самостоятельная работа. Изучение теоретического материала. Теплота сгорания. Основные положения теории горения. Особенности сжигания твердого, жидкого и газообразных топлив и расчет теоретически необходимого количества воздуха для их сжигания. Коэффициент избытка воздуха. Состав объем продуктов сгорания. Теоретическая температура горения

Рекомендуемая литература:
основная [1-7].

РАЗДЕЛ № 2 ТЕОРИЯ ТЕПЛОМАССООБМЕНА И ПРОМЫШЛЕННАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА

Тема 9. Основные понятия и определения теории теплообмена

Самостоятельная работа. Теплопроводность одно- и многослойных плоских и цилиндрических стенок. 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.

Рекомендуемая литература:

основная [1-7].

Тема 10. Теплопроводность

Самостоятельная работа. Подготовка отчета по результатам выполненной работы. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условие однозначности. Коэффициент температуропроводности.

Теплопроводность при нестационарном режиме. Нестационарный процесс теплопроводности. Методы решения задач нестационарной теплопроводности: метод разделения переменных, метод интегрального преобразования Фурье, метод Лапласа. Метод конечных разностей.

Рекомендуемая литература:

основная [1].

Тема 11. Конвективный теплообмен. Основы теории теплообмена

Самостоятельная работа. Основные понятия и определения. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Дифференциальные уравнения теплообмена: уравнение движения вязкой жидкости (Навье-Стокса), уравнение теплопроводности для потока движущейся жидкости, уравнение теплоотдачи на границе потока и стенки (Био-Фурье), уравнение неразрывности. Условие однозначности к дифференциальным уравнениям конвективного теплообмена. Основные положения теории пограничного слоя. Исследование теплоотдачи методами пограничного слоя.

Основы теории подобия. Основные определения. Условия подобия физических явлений. Преобразования подобия. Числа подобия. Критериальные уравнения. Физический смысл основных чисел подобия. Методы моделирования. Понятия о математическом моделировании.

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. Теплообмен при свободной конвекции в замкнутых объемах. Расчет теплоотдачи через тонкие прослойки жидкости и газа.

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

Теплоотдача при вынужденном движении среды. Теплообмен при движении жидкостей вдоль плоской поверхности; теплоотдача при ламинарном и турбулентном пограничном слое; решение задач методом теории подобия; критериальные уравнения.

Рекомендуемая литература:

основная [1-7].

Тема 12. 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.

Радиационно-конвективный и радиационно-кондуктивный теплообмен при большой оптической толщине среды. Критерии радиационного подобия. Теплообмен ограждающих конструкций при пожаре в помещении.

Рекомендуемая литература:

основная [1-7].

Тема 13. Теплопередача. Интенсификации теплопередачи.

Самостоятельная работа. Работа с виртуальным УМК в режиме самоконтроля по теме лекции. Назначение, классификация и схемы теплообменных аппаратов. Основные положения теплового расчета теплообменных аппаратов. Уравнение теплопередачи.

Рекомендуемая литература:

основная [1-7].

Тема 14. Основы массообмена. Тепломассообменные устройства

Самостоятельная работа. Основные понятия и определения. Концентрационная диффузия. Термо- и бародиффузия. Конвективная диффузия. Дифференциальные уравнения тепломассообмена. Диффузионные критерии подобия. Критериальные уравнения. Расчет тепломассообмена в

воздухе при его вынужденном и свободном движении. Тепломассообмен при испарении легковоспламеняющихся и горючих жидкостей. Оценка пожарной опасности образующихся паровоздушных смесей в помещениях.

Назначение, классификация и схемы теплообменных аппаратов. Принцип расчета теплообменных аппаратов. Конструктивный и поверочный тепловые расчеты теплообменных аппаратов. Средний температурный напор. Основы гидродинамического расчета теплообменных аппаратов.

Рекомендуемая литература:

основная [1-7].

Тема 15. Применение теплоты в пожарной охране и охрана окружающей среды. Основы энергосбережения и основные направления экономии энергоресурсов. Вторичные энергетические ресурсы

Самостоятельная работа. Основные потребители теплоты. Элементы сушильной установки. Типы сушильных установок. Тепловой баланс сушильной установки и определение ее размеров. Техничко-экономические показатели сушилок.

Рекомендуемая литература:

основная [1-7].

5 Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

При реализации программы дисциплины используются лекционные и 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.

Целями лабораторной работы являются: формирование

исследовательских умений (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование); понимание принципов работы измерительных приборов; приобретение личного опыта работы с измерительной техникой.

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.

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом.

6 Оценочные средства по дисциплине

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины, проводится в соответствии с содержанием дисциплины по видам занятий в форме тестирования.

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

6.1 Примерные оценочные материалы:

6.1.1. Текущего контроля

Примерный перечень вопросов для экзамена

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

Достигнутые результаты освоения дисциплины	Критерии оценивания	Шкала оценив.
Обучающийся имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине; не способен аргументированно и последовательно его излагать, допускает грубые ошибки в ответах, неправильно отвечает на задаваемые вопросы или затрудняется с ответом.	– не раскрыто основное содержание учебного материала; – обнаружено незнание или непонимание большей, или наиболее важной части учебного материала; – допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.	Оценка «2» неудовлетворительно
Обучающийся показывает знание основного материала в объеме, необходимом для предстоящей профессиональной деятельности; при ответе на вопросы билета и дополнительные вопросы не допускает грубых ошибок, но испытывает затруднения в последовательности их изложения; не в полной мере демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций.	– неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; – усвоены основные категории по рассматриваемому и дополнительным вопросам; – имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, формулировках законов, исправленные после нескольких наводящих вопросов.	Оценка «3» Удовлетворительно
Обучающийся показывает полное знание программного материала, основной и дополнительной литературы; дает полные ответы на теоретические вопросы билета и дополнительные вопросы, допуская некоторые неточности; правильно применяет теоретические положения к оценке практических ситуаций; демонстрирует хороший уровень освоения материала.	- продемонстрировано умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер; – в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа; - допущены один – два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию преподавателя; - допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов, которые легко исправляются по замечанию преподавателя.	Оценка «4» Хорошо
Обучающийся показывает всесторонние и глубокие знания программного материала, знание основной	– полно раскрыто содержание материала; – материал изложен грамотно, в определенной логической	Оценка «5» Отлично

Достиженные результаты освоения дисциплины	Критерии оценивания	Шкала оценив.
и дополнительной литературы; последовательно и четко отвечает на вопросы билета и дополнительные вопросы; уверенно ориентируется в проблемных ситуациях; демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций, делать правильные выводы, проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании программного материала.	последовательности; – продемонстрировано системное и глубокое знание программного материала; – точно используется терминология; – показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации; – продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков; – ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов; – продемонстрирована способность творчески применять знание теории к решению профессиональных задач; – продемонстрировано знание современной учебной и научной литературы; – допущены одна – две неточности.	

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. Astra Linux Common Edition релиз Орел – Операционная система общего назначения "Astra Linux Common Edition"; ПО- 25В-603;
2. МойОфис Образование – Полный комплект редакторов текстовых документов и электронных таблиц, а также инструментарий для работы с графическими презентациями; ПО-41В-124.

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); электронная библиотека университета <http://elib.igps.ru> (авторизованный доступ); электронно-библиотечная система «ЭБС IPR BOOKS» <http://www.iprbookshop.ru> (авторизованный доступ).

7.3 Литература

1. Гажур, А. А. Теплотехника. Теплопередача и термодинамика: учебник / А. А. Гажур. — Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2023. — 312 с. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/132884.html>

2. Кузьмин, А.А. Процессы теплопроводности в практике пожарного дела: учебное пособие / А. А. Кузьмин, Н. Н. Романов, А. А. Пермяков; ред. Б. В. Гавкалюк; МЧС России. - СПб.: СПбУ ГПС МЧС России, 2021. - 132 с. - URL: <https://elib.igps.ru/?7&type=card&cid=ALSFR-ef333fc7-e7aa-4e67-bc84-52f1a46733b5&remote=false>

3. Кузьмин, А.А. Тепловой режим пожара: учебное пособие: [гриф МЧС] / А. А. Кузьмин, Д. А. Минкин, Н. Н. Романов; ред. Э. Н. Чижилов; МЧС России. - СПб.: СПбУ ГПС МЧС России, 2019. - 136 с. — URL: <http://elib.igps.ru/?4&type=card&cid=ALSFR-627871af-ba65-417d-9b9e-33fcf2232a22>

4. Методы и средства информационно-операционной поддержки теплотехнических расчетов в решении задач пожарной безопасности: монография / А. А. Кузьмин, Н. Н. Романов, Т. А. Кузьмина, А. А. Пермяков; ред. А. С. Смирнов; МЧС России. - СПб.: СПбУ ГПС МЧС России, 2023. - 196 с. - URL: <http://elib.igps.ru/?2&type=card&cid=ALSFR-7388da3e-af42-4295-abd8-15f3cc33896b&remote=false>

5. Основы теплотехники в пожарном деле: учебник для пожарнотехнических вузов: [гриф МЧС] / А.А. Кузьмин, Д.А. Минкин, А.А. Пермяков, Н.Н. Романов; под общей редакцией Б.В. Гавкалюка. – СПб.: СПбУ ГПС МЧС России, 2022. - 376 с. - URL: <http://elib.igps.ru/?12&type=card&cid=ALSFR-44a22728-dfbe-43b1-b328-63735aa1adff>

6. Термогазодинамический режим пожара в помещении. Курсовое проектирование: учебное пособие: [гриф УМО] / А. А. Пермяков, А. А. Кузьмин, Н. Н. Романов, А. С. Константинова; МЧС России. - СПб.: СПбУ ГПС МЧС России, 2024. - 136 с: рис., табл. - URL: <http://elib.igps.ru/?7&type=card&cid=ALSFR-4f5394ce-a82b-4ca9-aa79-9bebffbf14b3&remote=false>

7. Шапошников, В. В. Теплотехника: учебное пособие / В. В. Шапошников, Ю. В. Королева, Б. П. Колесников. — Краснодар: КубГТУ, 2022. — 291 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/318959>

7.4 Материально-техническое обеспечение

Для проведения и обеспечения занятий используются помещения, которые представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, 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.

Авторы: Терлецкий А.И.