



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«МИРЭА – Российский технологический университет»

Общий факультет (Фрязино)

УТВЕРЖДАЮ

Директор филиала РТУ МИРЭА в г.
Фрязино

_____ Макарова Л.А.

«__» _____ 2021 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)
Теплофизика

Читающее подразделение	кафедра общенаучных дисциплин
Направление	11.03.03 Конструирование и технология электронных средств
Направленность	Проектирование и технология радиоэлектронных средств
Квалификация	бакалавр
Форма обучения	очная
Общая трудоемкость	3 з.е.

Распределение часов дисциплины и форм промежуточной аттестации по семестрам

Семестр	Зачётные единицы	Распределение часов							Формы промежуточной аттестации
		Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	Самостоятельная работа	Контактная работа в период практики и (или) аттестации	Контроль	
5	3	108	32	0	16	24	2,35	33,65	Экзамен

Программу составил(и):

канд. техн. наук, доцент, Ганюшкина Нина Валентиновна _____

Рабочая программа дисциплины

Теплофизика

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 928)

составлена на основании учебного плана:

направление: 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств

направленность: «Проектирование и технология радиоэлектронных средств»

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

кафедра общенаучных дисциплин

Протокол от 30.08.2021 № 1

Зав. кафедрой Щучкин Григорий Григорьевич _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина «Теплофизика» имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся компетенций, предусмотренных данной рабочей программой в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств с учетом специфики направленности подготовки – «Проектирование и технология радиоэлектронных средств».

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Направление:	11.03.03 Конструирование и технология электронных средств
Направленность:	Проектирование и технология радиоэлектронных средств
Блок:	Дисциплины (модули)
Часть:	Обязательная часть
Общая трудоемкость:	3 з.е. (108 акад. час.).

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть компетенциями:

ОПК-1 - Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности

ОПК-2 - Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

ОПК-1 : Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности

ОПК-1.1 : Осваивает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы

Знать:

- Основопологающие понятия и термины теории тепло- и массообмена.
- Существующие способы передачи тепловой энергии.
- Свойства текучих сред. Режимы течений.

Уметь:

- Моделировать процессы ТО для проведения аналитического и численного анализа.
- Определять градиент температуры.
- Задавать адекватные граничные и начальные условия.

ОПК-1.2 : Применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера

Знать:

- Основные законы, описывающие эти способы.
- Теплофизические свойства веществ и параметры, влияющие на их изменение.
- Критериальные уравнения и критерии подобия, описывающие случаи свободной и вынужденной конвекции для внутренних течений и внешних обтеканий.

Уметь:

- Правильно составлять ДУ Теплопроводности.
- Аналитически находить решение в случаях I-IV Граничных условий для многослойных плоских и осесимметричных конструкций, для стационарных процессов теплопроводности и

конвекции.

- Находить решение для нестационарной теплопроводности, для плоских и цилиндрических конструкций по нагреву и охлаждению.

ОПК-2 : Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных

ОПК-2.1 : Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи

Знать:

- Применение закона сохранения энергии к выводу ДУ теплопроводности.
- Полное математическое описание задач теории теплообмена, включающее различные типы начальных условий, граничных условий, а также, частные случаи.
- Основные понятия, определения и законы лучистого теплообмена, оказывающее доминирующее влияние на температурные поля конструкций

Уметь:

- Проводить оценку эффективности процессов теплопередачи.
- Проводить мероприятия по оптимизации процессов теплопередачи.
- Проводить мероприятия по снижению термических сопротивлений теплопроводности и теплоотдачи.

ОПК-2.2 : Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки

Знать:

- Различные механизмы теплообмена в твердых, жидких и газообразных средах.
- Описание существующих режимов теплопроводности, включающих стационарный и нестационарный процессы.
- Моделирование процессов Т.О. для проведения аналитического и численного анализа.

Уметь:

- Составлять эквивалентные электрические схемы – аналоги тепловым процессам для рассматриваемых конструкций
- Адекватно оценивать и использовать изоляцию
- Грамотно выбирать материалы для теплового моделирования конструкций, оптимизируя тем самым тепловой режим

ОПК-2.5 : Осваивает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации

Знать:

- Отличительные черты и общие закономерности плоского и осесимметричного случая задач теории теплообмена.
- Способы интенсификации теплопередачи для повышения производительности работы устройств.

Уметь:

- Грамотно моделировать системы охлаждения теплонагруженных элементов, привлекая знания по гидродинамике и теплообмену жидкостей и газов.
- Находить коэф-т теплоотдачи в системах охлаждения.
- Определять и регулировать режимы течения жидкости в зависимости от технологических потребностей конструкции

ОПК-2.6 : Выбирает способы и средства измерений и проводит экспериментальные исследования

Знать:

- Теория использования изоляции, как средства рассеяния либо удержания тепловой энергии.
- Освоение закономерностей регулярного режима охлаждения и нагревания элементов с

предельными значениями чисел Био и Фурье, включая правильную оценку температурных полей в различные моменты времени, внутри тел и на их поверхности.

Уметь:

- Правильно подбирать степень черноты элементов конструкции (которые могут существенно отличаться в разных условиях) для грамотного расчета излучения и переизлучения, что существенно для определения температурного режима
- Находить показатели лучистого теплообмена.

ОПК-2.7 : Использует способы обработки и представления полученных данных и способы оценки погрешности результатов измерений

Знать:

- Теория подобия процессов конвективного теплообмена, являющегося интенсивным средством охлаждения теплонагруженных конструкций.
- Основные понятия гидродинамики.

Уметь:

- Грамотно применять законы, описывающие способы передачи тепловой энергии.
- Определять и регулировать режимы течения жидкости в зависимости от потребностей технологии конструкции

В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН

Знать:

- Различные механизмы теплообмена в твердых, жидких и газообразных средах.
- Описание существующих режимов теплопроводности, включающих стационарный и нестационарный процессы.
- Моделирование процессов Т.О. для проведения аналитического и численного анализа.
- Применение закона сохранения энергии к выводу ДУ теплопроводности.
- Полное математическое описание задач теории теплообмена, включающее различные типы начальных условий, граничных условий, а также, частные случаи.
- Основные понятия, определения и законы лучистого теплообмена, оказывающее доминирующее влияние на температурные поля конструкций
- Освоение закономерностей регулярного режима охлаждения и нагревания элементов с предельными значениями чисел Био и Фурье, включая правильную оценку температурных полей в различные моменты времени, внутри тел и на их поверхности.
- Теория подобия процессов конвективного теплообмена, являющегося интенсивным средством охлаждения теплонагруженных конструкций.
- Основные понятия гидродинамики.
- Отличительные черты и общие закономерности плоского и осесимметричного случая задач теории теплообмена.
- Способы интенсификации теплопередачи для повышения производительности работы устройств.
- Теория использования изоляции, как средства рассеяния либо удержания тепловой энергии.
- Свойства текучих сред. Режимы течений.
- Теплофизические свойства веществ и параметры, влияющие на их изменение.
- Основные законы, описывающие эти способы.
- Существующие способы передачи тепловой энергии.
- Критериальные уравнения и критерии подобия, описывающие случаи свободной и вынужденной конвекции для внутренних течений и внешних обтеканий.
- Основополагающие понятия и термины теории тепло- и массообмена.

Уметь:

- Находить коэф-т теплоотдачи в системах охлаждения.
- Грамотно моделировать системы охлаждения теплонагруженных элементов, привлекая знания по гидродинамике и теплообмену жидкостей и газов.

- Определять и регулировать режимы течения жидкости в зависимости от технологических потребностей конструкции
- Моделировать процессы ТО для проведения аналитического и численного анализа.
- Находить показатели лучистого теплообмена.
- Грамотно применять законы, описывающие способы передачи тепловой энергии.
- Определять и регулировать режимы течения жидкости в зависимости от потребностей технологии конструкции
- Правильно подбирать степень черноты элементов конструкции (которые могут существенно отличаться в разных условиях) для грамотного расчета излучения и переизлучения, что существенно для определения температурного режима
- Проводить оценку эффективности процессов теплопередачи.
- Проводить мероприятия по оптимизации процессов теплопередачи.
- Правильно составлять ДУ Теплопроводности.
- Находить решение для нестационарной теплопроводности, для плоских и цилиндрических конструкций по нагреву и охлаждению.
- Аналитически находить решение в случаях I-IV Граничных условий для многослойных плоских и осесимметричных конструкций, для стационарных процессов теплопроводности и конвекции.
- Проводить мероприятия по снижению термических сопротивлений теплопроводности и теплоотдачи.
- Задавать адекватные граничные и начальные условия.
- Определять градиент температуры.
- Грамотно выбирать материалы для теплового моделирования конструкций, оптимизируя тем самым тепловой режим
- Составлять эквивалентные электрические схемы – аналоги тепловым процессам для рассматриваемых конструкций
- Адекватно оценивать и использовать изоляцию

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

При проведении учебных занятий организация обеспечивает развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений и лидерских качеств.

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Сем.	Часов	Компетенции
1. заполнить				
1.1	Общие понятия. (Лек). Общая характеристика тепло- и массообмена в ИЭТ. Теплопередача. Виды теплопередачи.	5	2	ОПК-1.1, ОПК-1.2
1.2	Общие понятия. (Лек). Теплопроводность. Температурное поле. Температурный градиент. Тепловой поток. Закон Фурье.	5	2	ОПК-1.1, ОПК-1.2
1.3	Выполнение практических заданий (Пр). На использование закона Фурье. Нахождение температурного градиента; теплового потока; температур на границах поверхностей; теплопроводности материала.	5	2	ОПК-1.1, ОПК-1.2
1.4	Выполнение домашнего задания (Ср). На использование закона Фурье. Нахождение температурного градиента; теплового потока; температур на границах поверхностей; теплопроводности материала.	5	2	ОПК-1.1, ОПК-1.2

1.5	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала	5	2	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1
1.6	Теплопроводность (Лек). Коэффициент теплопроводности. Теплопередача. Дифференциальное уравнение теплопроводности.	5	2	ОПК-2.1, ОПК-2.7
1.7	Теплопроводность (Лек). Коэффициент температуропроводности. Условия однозначности для процессов теплопроводности. Закон Ньютона-Рихмана. Закон теплоотдачи.	5	2	ОПК-2.1, ОПК-2.7
1.8	Выполнение практических заданий (Пр). На владение законом Ньютона-Рихмана. Нахождение перепада температур на границах сред; определение степени охлаждения теплонагруженной поверхности. Исследование и расчет влияния геометрических и гидродинамических факторов на коэф-т теплоотдачи.	5	2	ОПК-2.1, ОПК-2.7
1.9	Выполнение домашнего задания (Ср). На владение законом Ньютона-Рихмана. Нахождение перепада температур на границах сред; определение степени охлаждения теплонагруженной поверхности. Исследование и расчет влияния геометрических и гидродинамических факторов на коэф-т теплоотдачи.	5	2	ОПК-2.1, ОПК-2.7
1.10	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала	5	2	ОПК-2.1, ОПК-2.7
1.11	Теплопроводность при стационарном режиме (Лек). Передача тепла через плоскую и цилиндрическую стенку ($qv=0$). ГУ I рода; $\lambda = \text{const}$, $\lambda = f(t)$ ГУ I рода; многослойная плоская стенка. ГУ III рода; многослойная стенка; графический метод определения t° на поверхности слоев. ГУ II и III рода. Передача тепла через цилиндрическую стенку ($qv=0$)	5	2	ОПК-2.2, ОПК-2.5
1.12	Теплопроводность при стационарном режиме (Лек). ГУ I рода; однослойная, многослойная стенки. ГУ III рода; однослойная, многослойная стенки. - линейный коэф-т теплопередачи (kc) - линейное термич. сопротивление теплопередачи (Rc) - Расчетные формулы (св-ва) для плоской и цил. стенок.	5	2	ОПК-2.2, ОПК-2.5
1.13	Выполнение практических заданий (Пр). Решение ДУ энергии для одномерного, стационарного, плоского и осесимметричного случаев для n-слоев. Рассмотрение решений при различных краевых условиях. Нахождение термических сопротивлений теплопроводности и теплоотдачи.	5	2	ОПК-2.2, ОПК-2.5

1.14	Выполнение домашнего задания (Ср). Решение ДУ энергии для одномерного, стационарного, плоского и осесимметричного случаев для n-слоев. Рассмотрение решений при различных краевых условиях. Нахождение термических сопротивлений теплопроводности и теплоотдачи.	5	2	ОПК-2.2, ОПК-2.5
1.15	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала	5	2	ОПК-2.2, ОПК-2.5
1.16	Интенсификация теплопередачи (Лек). Критический диаметр изоляции (цил. стенки). Интенсификация теплопередачи за счет увеличения коэф-тов теплоотдачи. Интенсификация теплопередачи с помощью оребрения.	5	2	ОПК-2.6
1.17	Интенсификация теплопередачи (Лек). Коэф-т эффективности ребра E. Теплопроводность вдоль длинного стержня постоянного сечения. Тепловой поток боковой поверхности стержня.	5	2	ОПК-2.6
1.18	Выполнение практических заданий (Пр). Решение задач на критический диаметр изоляции. Оптимизация геометрии и интенсификация теплопередачи рассмотренными способами в п.1.4.	5	2	ОПК-2.6
1.19	Выполнение домашнего задания (Ср). Решение задач на критический диаметр изоляции. Оптимизация геометрии и интенсификация теплопередачи рассмотренными способами в п.1.4.	5	1	ОПК-2.6
1.20	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала	5	1	ОПК-2.6
1.21	Теплопроводность при наличии внутренних источников. (Лек). Теплопроводность неограниченной пластины. Теплопроводность однородного неограниченного цилиндра.	5	2	ОПК-2.6, ОПК-2.7
1.22	Теплопроводность при наличии внутренних источников. (Лек). Теплопроводность параллелепипеда. Стационарное поле температур с источниками энергии.	5	2	ОПК-2.6, ОПК-2.7
1.23	Выполнение практических заданий (Пр). Определение температурных полей неограниченной пластины, однородного неограниченного цилиндра, параллелепипеда при наличии внутренних источников тепла.	5	2	ОПК-2.6, ОПК-2.7
1.24	Выполнение домашнего задания (Ср). Определение температурных полей неограниченной пластины, однородного неограниченного цилиндра, параллелепипеда при наличии внутренних источников тепла.	5	1	ОПК-2.6, ОПК-2.7
1.25	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала	5	1	ОПК-2.6, ОПК-2.7
1.26	Нестационарная теплопроводность. (Лек). 3 режима процесса. Математическая формулировка.	5	2	ОПК-2.1

1.27	Нестационарная теплопроводность. (Лек). Нестационарная теплопроводность ∞ пластины при Г.У. III рода. Регулярный режим охлаждения пластины.	5	2	ОПК-2.1
1.28	Выполнение практических заданий (Пр). Определение температурных полей для нестационарной теплопроводности при нагреве и охлаждении тел в различные моменты времени. Умение пользоваться номограммами, определять критерии Био и Фурье.	5	2	ОПК-2.1
1.29	Выполнение домашнего задания (Ср). Определение температурных полей для нестационарной теплопроводности при нагреве и охлаждении тел в различные моменты времени. Умение пользоваться номограммами, определять критерии Био и Фурье.	5	2	ОПК-2.1
1.30	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала	5	2	ОПК-2.1
1.31	Конвективный теплообмен (Лек). Основные понятия. Физические свойства жидкостей (вязкость, сжимаемость, тепловое расширение). Краткие сведения из гидродинамики. Условие прилипания.	5	2	ОПК-2.7
1.32	Конвективный теплообмен (Лек). Пограничный слой (гидродинамический, тепловой). Математическое описание процессов конвективного теплообмена. Основы теории подобия. Критерии подобия: Nu , $Re...$ Критериальные уравнения.	5	2	ОПК-2.7
1.33	Выполнение практических заданий (Пр). Для оптимального конструирования систем охлаждения: Умение пользоваться критериальными уравнениями для отыскания коэффициента теплоотдачи в задачах гидро-газодинамики. Определение наличия свободной конвекции при истечении потоков, оказывающей влияние на теплоотдачу. Определение режимов течения.	5	2	ОПК-2.7
1.34	Выполнение домашнего задания (Ср). Для оптимального конструирования систем охлаждения: Умение пользоваться критериальными уравнениями для отыскания коэффициента теплоотдачи в задачах гидро-газодинамики. Определение наличия свободной конвекции при истечении потоков, оказывающей влияние на теплоотдачу. Определение режимов течения.	5	1	ОПК-2.7
1.35	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала	5	1	ОПК-2.7
1.36	Теплообмен излучением. (Лек). Основные положения и законы. Виды лучистых потоков.	5	2	ОПК-2.6

1.37	Теплообмен излучением. (Лек). Составляющие излучения. Виды тел. Степень черноты.	5	2	ОПК-2.6
1.38	Выполнение практических заданий (Пр). Умение находить компоненты излучения. Применение законов излучения для отыскания разных характеристик лучистых потоков. Определение температурных полей в высоко-теплонагруженных системах	5	2	ОПК-2.6
1.39	Выполнение домашнего задания (Ср). Умение находить компоненты излучения. Применение законов излучения для отыскания разных характеристик лучистых потоков. Определение температурных полей в высоко-теплонагруженных системах	5	1	ОПК-2.6
1.40	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала	5	1	ОПК-2.6
2. Промежуточная аттестация (экзамен)				
2.1	Подготовка к сдаче промежуточной аттестации (Экзамен).	5	33,65	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.5, ОПК-2.6, ОПК-2.7
2.2	Контактная работа с преподавателем в период промежуточной аттестации (КрПА).	5	2,35	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.5, ОПК-2.6, ОПК-2.7

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

5.1. Перечень компетенций

Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Теплофизика», с указанием результатов их формирования в процессе освоения образовательной программы, представлен в п.3 настоящей рабочей программы

5.2. Типовые контрольные вопросы и задания

1. Влажный воздух. Основные определения. (насыщенный, ненасыщенный, перенасыщенный воздух, туман) Относительная и абсолютная влажность. Температура точки росы. Приборы, измеряющие влажность воздуха.

I-d диаграмма влажного воздуха. Основные термодинамические процессы изменения состояния влажного воздуха. Смешивание двух потоков воздуха. Расчет и построения в I-d диаграмме влажного воздуха

2. Теплопередача через однослойную и многослойную плоскую стенку в стационарных условиях при граничных условиях I и III рода. Коэффициент теплоотдачи, коэффициент теплопроводности, коэффициент теплопередачи, термическое сопротивление. Чем отличаются граничные условия I рода от граничных условий III рода.

3. Виды лучистых потоков (падающая лучистая энергия, поглощательная, отражательная, пропускательная способности). Абсолютно черное тело, абсолютно белое тело, прозрачное тело (привести примеры). Что определяет величина результирующего излучения Ерез? Если Ерез < 0, то что происходит?

- 4 Теплопроводность в плоской и цилиндрической стенках при граничных условиях I и III рода. Чем процесс теплопроводности отличается от процесса теплоотдачи (теплоотвода).
5. Перенос массы (понятие плотности массы, уравнение сохранения массы) Вектор переноса массы в движущейся среде (стационарный и нестационарный режим). Понятие массопроводности. (примеры и уравнения массопроводности).
6. Лучистый теплообмен между серыми телами (формулы: тепловой поток излучения между двумя серыми телами, приведенная степень черноты, свойство взаимности угловых коэффициентов). Изобразить спектральное излучение серого тела и сравнить со спектральным излучением а.ч.т.
7. Понятие теплоемкости газа. Понятие изохорной и изобарной теплоемкости. Почему изобарная теплоемкость всегда больше изохорной? Понятие внутренней энергии газа (для реального и идеального). Почему изменение внутренней энергии идеального газа зависит только от изменения температуры? Зависит ли изменение внутренней энергии газа от характера протекания процесса? Почему?
8. Изотермическая влажопроводность в гигроскопических телах. (понятия парциальной плотности влаги, влажностного поля, вектора переноса влаги). Закон сохранения влаги.
9. Теплоотдача при движении среды в турбулентном режиме около плоской стенки (Схема, формулы, определяющие процесс движения)
10. Теплообмен при свободной конвекции. Теплоотдача в ограниченном и неограниченном пространстве.
11. Законы теплового излучения: закон Планка и Стефана – Больцмана. Можно ли этот закон применить к реальным телам? Как закон Стефана – Больцмана взаимосвязан с законом Планка?
12. Что такое степень черноты тела, что она характеризует?
13. Понятие теплопроводности (температурное поле, изотермическая поверхность, градиент температуры, вектор теплового потока, коэффициент теплопроводности). Почему вектор переноса тепла q и вектор $\text{grad } t$ противоположны по направлению? Какая физическая природа коэффициента температуропроводности? Основные уравнения теплопроводности. (ур. теплопроводности, ур. для стационарных и нестационарных условий). Как коэффициент теплопроводности связан с другими параметрами среды и от каких параметров он зависит?
14. Внешняя работа газа. Работа газа для изобарного равновесного процесса в PV координатах. Зависит ли работа газа от характера процесса? Почему? Зависит ли изменение внутренней энергии газа от характера процесса? Почему?
15. Теплоотдача при поперечном обтекании труб при их шахматном и коридорном расположении.
16. Изохорный процесс. (изображение в $P-V$ и $T-S$ координатах, когда процесс идет с подводом или отводом теплоты, основные формулы) На что расходуется подведенная теплота в изохорном процессе? Взаимное расположение изохор и изобар в $T-S$ координатах.
17. Теплоотдача при движении среды в ламинарном режиме около плоской стенки (Схема, формулы, определяющие процесс движения)
18. Изобарный процесс. (изображение в $P-V$ и $T-S$ координатах, когда процесс идет с подводом

или отводом теплоты, основные формулы) На что расходуется подведенная теплота в изобарном процессе? Взаимное расположение изохор и изобар в T-S координатах.

19. Схема распределения падающей лучистой энергии (собственное, падающее, поглощенное, отраженное, эффективное, результирующее излучение тела) От каких параметров зависит эффективное излучение тела?
20. Изотермический процесс. (изображение в P-V и T-S координатах, когда процесс идет с подводом или отводом теплоты, основные формулы) На что расходуется подведенная теплота в изотермическом процессе? Взаимное расположение изотермы и адиабаты в P-V координатах.
21. Теплоотдача при ламинарном режиме течения среды в трубах. (Схема, формулы, определяющие процесс движения)
22. Адиабатный процесс. (изображение в P-V и T-S координатах, когда процесс идет с подводом или отводом теплоты, основные формулы) На что расходуется подведенная теплота в изотермическом процессе? Взаимное расположение изотермы и адиабаты в P-V координатах.
23. Экраны. Зачем нужны экраны?
24. Понятие конвективного теплообмена и массообмена. Физическая схема конвективного переноса тепла и массы. Чем характеризуется интенсивность конвективного теплообмена, массообмена? Как осуществляется перенос теплоты в процессе теплопроводности, конвекции? Критерии подобия, определяющие процесс движения. Физический смысл критериев Eu , Re , Pr . Соотношение Льюиса.
25. Теплоотдача при турбулентном режиме течения среды в трубах (Схема, формулы, определяющие процесс движения)
26. Понятие эффективности ребрения. Как изменится температура по длине ребра, если: 1) увеличить коэффициент теплоотдачи 2) уменьшить теплопроводность ребренной стены. Чем больше изменяется температура по высоте ребра, тем меньше теплоты отдается в окружающую среду. Чем это объясняется?
27. Прямой и обратный цикл Карно(изображение в PV координатах). Холодильный коэффициент. Почему к.п.д. необратимого цикла всегда меньше к.п.д. обратимого?
28. Теплообменные аппараты. Основные понятия. (классификация, принцип действия, основные параметры) Конструкторский расчет рекуперативных теплообменников
29. Законы теплового излучения: закон Ламберта, закон Кирхгофа. Как закон Ламберта взаимосвязан с законом Планка?. Как закон Кирхгофа взаимосвязан с законом Стефана – Больцмана и с законом Планка ?
30. Поверочный и конструкторский расчет рекуперативных теплообменников

5.3. Фонд оценочных материалов

Полный перечень оценочных материалов представлен в приложении 1.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование помещения	Перечень основного оборудования
------------------------	---------------------------------

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации.
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

6.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

1. Microsoft Windows. Договор №32009183466 от 02.07.2020 г.
2. Microsoft Office. Договор №32009183466 от 02.07.2020 г.

6.3. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.3.1. Основная литература

1. Учебно-методическое пособие к практическим занятиям по дисциплине «Физика» для студентов направления подготовки 44.03.04 «Профессиональное обучение» очной и заочной форм обучения [Электронный ресурс]:. - Нальчик: Кабардино-Балкарский ГАУ, 2019. - 205 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/137646>
2. Учебно-методическое пособие к лабораторным занятиям по дисциплине «Физика» для студентов направления подготовки 21.03.02 «Землеустройство и кадастры» очной и заочной форм обучения [Электронный ресурс]:. - Нальчик: Кабардино-Балкарский ГАУ, 2019. - 190 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/137645>
3. Погоньшев В. А. Физика для аграрных университетов [Электронный ресурс]:учебник для впо. - Санкт-Петербург: Лань, 2020. - 404 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/142333>
4. Савельев И. В. Механика. Молекулярная физика [Электронный ресурс]:учебное пособие для ВПО. - Санкт-Петербург: Лань, 2020. - 436 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/142380>
5. Савельев И. В. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц [Электронный ресурс]:учебное пособие. - Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 308 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/117716>
6. Савельев И. В. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 320 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/123463>
7. Горев В. А., Челекова Е. Ю. Теплофизика. Прогнозирование опасных факторов пожара [Электронный ресурс]:учебно-методическое пособие. - Москва: МИСИ – МГСУ, 2020. - 57 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/145068>
8. Лисиенко В. Г., Лобанов В. И., Китаев Б. И. Теплофизика металлургических процессов [Электронный ресурс]:Учебное пособие для вузов. - Москва: Юрайт, 2021. - 220 с – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/467977>

6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. Научная электронная библиотека <http://www.elibrary.ru>
2. Российский технологический журнал
<https://www.rtj.mirea.ru>
3. Информационно-справочный портал научных публикаций отечественных и зарубежных авторов «Google Академия»
<https://www.scholar.google.ru>

4. Электроника НТБ - научно-технический журнал

<http://www.electronics.ru>

5. Международный ресурс для поиска и обмена научными публикациями

<https://www.researchgate.net>

6. База данных Web of Science

<http://www.webofknowledge.com>

6.5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Самостоятельная работа студента направлена на подготовку к учебным занятиям и на развитие знаний, умений и навыков, предусмотренных программой дисциплины.

В соответствии с учебным планом дисциплина может предусматривать лекции, практические занятия и лабораторные работы, а также выполнение и защиту курсового проекта (работы). Успешное изучение дисциплины требует посещения всех видов занятий, выполнение заданий преподавателя и ознакомления с основной и дополнительной литературой. В зависимости от мероприятий, предусмотренных учебным планом и разделом 4, данной программы, студент выбирает методические указания для самостоятельной работы из приведенных ниже.

При подготовке к лекционным занятиям студентам необходимо: перед очередной лекцией необходимо просмотреть конспект материала предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях.

Практические занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

При подготовке к практическому занятию студенты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя.

При подготовке к практическим занятиям студентам необходимо: приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию; до очередного практического занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия; в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения; в ходе семинара давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов; на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Студентам, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющим письменного решения задач или не подготовившихся к данному практическому занятию, рекомендуется не позже чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изученную на занятии.

Методические указания, необходимые для изучения и прохождения дисциплины приведены в составе образовательной программы.

6.6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБУЧЕНИЮ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими

особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Медиа материалы также следует использовать и адаптировать с учетом индивидуальных особенностей обучения лиц с ОВЗ.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

