

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наумова Наталья Александровна
Должность: Ректор
Дата подписания: 24.10.2024 14:21:41
Уникальный программный ключ:
6b5279da4e034bffa79172803da5b7b559fc69e2

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ
Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБЛАСТНОЙ УНИВЕРСИТЕТ
(МГОУ)

Факультет технологии и предпринимательства

Кафедра основ производства и машиноведения

Согласовано управлением организации и
контроля качества образовательной
деятельности

« 10 » нояб 2020 г.

Начальник управления _____
/ М.А. Миненкова /

Одобрено учебно-методическим советом
Протокол « 12 » нояб 2020 г. № 4
Председатель _____



Рабочая программа дисциплины

Энергетические машины

Направление подготовки

44.03.05 Педагогическое образование

Профиль:

Технологическое образование (проектное обучение) и образовательная робототехника

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Согласовано учебно-методической комиссией
факультета технологии и

предпринимательства:

Протокол « 20 » нояб 2020 г. № 9

Председатель УМКом _____
/ А.Н. Хаулин /

Рекомендовано кафедрой основ
производства машиноведения

Протокол от « 12 » нояб 2020 г. № 13

Зав. кафедрой _____
/ М.Г. Корецкий /

Мытищи

2020

Автор-составитель:

Лавров Н.Н., доктор педагогических наук, профессор кафедры основ производства и машиноведения МГОУ.

Рабочая программа дисциплины «Энергетические машины» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 22.02.2018, № 125

Дисциплина входит в модуль Научные основы профессиональной деятельности обязательной части Блока 1 и является обязательной для изучения.

Реализуется в формате электронного обучения с применением дистанционных образовательных технологий.

Год начала подготовки 2020

СОДЕРЖАНИЕ

1. Планируемые результаты обучения.....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3. Объем и содержание дисциплины.....	4
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся.....	7
5. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.....	10
6. Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины.....	20
7. Методические указания по освоению дисциплины.....	22
8. Информационные технологии для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	22
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	22

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

1.1. Цель и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов представлений об устройстве и принципах работы энергетических машинах как базовой компоненты технологической культуры и методологической основы осуществления дальнейшей педагогической, научной и культурно-просветительской деятельности и совершенствования профессиональной компетентности.

Задачи дисциплины:

- Ознакомить студентов с основами получения и преобразования тепловой энергии.
- Дать студентам необходимые представления о фундаментальных принципах функционирования и применения энергетических машин и их применения в современном производстве и быту.
- Научить студентов проведению элементарных измерений и расчетов параметров энергетических машин.

1.2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции:

ОПК-8 способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в модуль Научные основы профессиональной деятельности обязательной части Блока 1 и является обязательной для изучения.

Дисциплина «Энергетические машины» как учебная дисциплина является завершающим разделом цикла машиноведения, представляющего одну из важнейших компонент, формирующих основы предметной подготовки бакалавра по профилю «Технологическое и экономическое образование» направления «Педагогическое образование». Изучение курса «Энергетические машины» может быть использовано при изучении материальной базы технологий обработки конструкционных материалов, технического конструирования и моделирования, энергосберегающих технологий и т.п. Понимание основных принципов и законов функционирования энергетических машин является неперенным элементом технологической культуры бакалавра в области технологического образования. Все полученные теоретические и практические знания студент может использовать в процессе изучения дисциплин, прохождения технологической практики, выполнения курсовых и выпускной квалификационной работы и, несомненно, в дальнейшей профессиональной, научной и культурно-просветительской деятельности.

3. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Объем дисциплины

Показатель объема дисциплины	Форма обучения
	Очная
Объем дисциплины в зачетных единицах	3
Объем дисциплины в часах	108
Контактная работа:	46,3
Лекции	18 (2 ¹)
Практические занятия	8
Лабораторные занятия	18

¹ Реализуется в формате электронного обучения с применением дистанционных образовательных технологий.

Контактные часы на промежуточную аттестацию:	2,3
Экзамен	0,3
Предэкзаменационная консультация	2
Самостоятельная работа	52
Контроль	9.7

Форма промежуточной аттестации является экзамен в 6 семестре.

3.2.Содержание дисциплины

Наименование разделов (тем) Дисциплины с кратким содержанием	Кол-во часов		
	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия
Тема1. Введение. Теоретические основы энергетических машин. Общие сведения об энергетических машинах. Место и значение энергетики в развитии материально-технической базы общества. Роль курса в профессиональной подготовке преподавателя технологического образования. Основные термодинамические параметры. Идеальный газ и уравнение его состояния. Теплоемкость. Внутренняя энергия. Механическая работа газа. Энтальпия. Энтропия. Первый закон термодинамики. Термодинамические диаграммы. Термодинамические процессы идеального газа. Изображение процессов в термодинамических диаграммах. Рабочее тело тепловых машин. Основные свойства и характеристики воды и водяного пара. Термодинамические диаграммы воды и водяного пара. Термодинамический цикл. Условия получения полезной работы в цикле. Цикл Карно. Второй закон термодинамики. Проблемы повышения экономичности энергетических машин и пути их решения. Лабораторная работа 1. Измерение термодинамических параметров рабочего тела тепловых машин. Практическое занятие 1. Применение термодинамических диаграмм воды и водяного пара для определения параметров рабочего тела тепловых машин.	4(2) ²	4	2
Тема 2. Основы теплопередачи. Способы распространения тепла и виды теплообмена. Теплопроводность. Коэффициент теплопроводности. Термическое сопротивление. Конвективный теплообмен. Коэффициент теплоотдачи, его зависимость от режима движения теплоносителя.	2		

² (см.пункт 3.1)

Лучистый теплообмен. Коэффициенты поглощения, отражения, пропускания. Теплопередача, уравнение теплопередачи, коэффициент теплопередачи. Теплообменные аппараты. Уравнение теплового баланса теплообменного аппарата. Топливные ресурсы и их характеристики. Котельные агрегаты и установки. Устройство и принцип работы. Лабораторная работа 2. Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционных материалов. Практическое занятие 2. Теплопередача через многослойную стенку.		2	2
Тема 3. Устройство и принципы работы ДВС. Двигатели внутреннего сгорания. Принципиальные схемы. Области применения. Индикаторные диаграммы различных ДВС, их сравнение. Индикаторная, эффективная и литровая мощность. Идеальные циклы, термические КПД циклов. Тепловой баланс и КПД различных ДВС. Перспективы двигателестроения. Лабораторная работа 3. Определение термических КПД идеальных циклов ДВС Практическое занятие 3. Перспективы развития ДВС.	2	6	2
Тема 4. Циклы паросиловых установок. Паротурбинные установки, их устройство и принцип действия. Идеальный цикл паросиловой установки, термический КПД и пути его повышения. Теплофикация. Перспективы паротурбостроения. Лабораторная работа 4. Определение термического КПД паросиловой установки.	2	2	
Тема 5. Газотурбинные двигатели. Принципиальная схема, характеристика, принцип работы газотурбинных двигателей. Идеальные циклы газотурбинных двигателей, термический КПД и пути его повышения. Области применения различных ГТД. Перспективы газотурбостроения.	1		
Тема 6. Реактивные двигатели. Классификация реактивных двигателей. Воздушно-реактивные, жидкостно-реактивные двигатели, их устройство, принцип действия, области применения и перспективы развития. Практическое занятие 4. Области применения и перспективы развития реактивных двигателей.	1		1
Тема. 7. Компрессоры и холодильные машины. Принцип работы и области применения компрессоров. Паровая компрессионная холодильная установка, схема, принцип действия и идеальный цикл. Абсорбционные холодильные установки. Принцип работы и применение тепловых насосов. Лабораторная работа 5. Изучение работы поршневого компрессора.	2	2	
Тема 8. Классификация и области применения гидравлических машин. Насосы. Классификация по принципу действия. Основные параметры, области применения. Гидродвигатели. Классификация по принципу действия. Типы и основы работы гидравлических турбин. Гидропривод Основные понятия и определения. Классификация, назначение. Основы принципа работы, достоинства и недостатки гидропривода. Использование гидропривода в различных областях техники.	2		

Лабораторная работа 6. Определение характеристик насосной установки.		2	
Тема 9. Основы теплоэлектроэнергетики. Возобновляемые и невозобновляемые энергоресурсы. Тепловые электрические станции (ТЭС): конденсационные электростанции и теплоэлектроцентрали (ТЭЦ). Основные схемы и принцип работы. Пути повышения и КПД ТЭС. Атомные электростанции (АЭС). Основные схемы и характеристики АЭС. Гидроэлектростанции, (ГЭС): плотинные, деривационные, гидроаккумулирующие, приливные. Роль ГЭС в единой энергосистеме. Перспективы развития энергетики. Экологические проблемы современной энергетики. Практическое занятие 5. Перспективы развития теплоэнергетики в РФ и мире.	2		1
Итого	18	18	8

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Важнейшую роль в освоении дисциплин профессиональной подготовки играет самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа способствует воспитанию выпускника, ответственно выполняющего на практике свои профессиональные обязанности. Самостоятельная работа по дисциплине «Энергетические машины», учитывая ее интегральное естественнонаучное и математическое содержание, в серьезной степени способствует формированию фундаментальной компоненты компетентности педагога-бакалавра и его способности ориентироваться в современном информационном пространстве. Подготовка презентаций и рефератов существенна для формирования навыков разработки и реализации культурно-просветительских программ технологического содержания.

В образовательном процессе можно выделить следующие основные формы самостоятельной работы студента:

- Подготовка к лекциям. Эффективность лекционных занятий в значительной степени определяется степенью подготовленности студента к восприятию учебного материала. Поэтому студенту перед лекцией следует познакомиться с лекционным материалом, изложенным в учебниках и электронных источниках; с основными категориями и понятиями, моделями и методами их исследования, которые будут использованы на лекции; с дискуссионными вопросами по теме лекции и подготовить соответствующие вопросы лектору.
- Подготовка к лабораторным работам. В процессе подготовки к лабораторным работам студент должен освоить соответствующий учебный материал, познакомиться с методиками проведения эксперимента и обработки полученных данных. По результатам проведенной работы следует выполнить отчет по заданной форме. Желательно подготовить презентацию для итогового обсуждения итогов экспериментальной работы.
- Подготовка к экзаменам. В процессе подготовки к экзамену студент осуществляет осмысление и приведение в систему знаний, полученных на лекциях и лабораторных занятиях; знакомится с вопросами для самоконтроля, выделяет проблемные вопросы и обращается к преподавателю за соответствующей консультацией.

В целом изучение энергетических машин как завершающей части систематического цикла машиноведения предполагает следующие виды самостоятельной работы:

- знакомство с научной и учебной литературой по изучаемому предмету;
- подготовка докладов, рефератов, презентаций с последующим обсуждением их на лабораторных занятиях и коллоквиумах;
- обдумывание проблемных вопросов и проблемных ситуаций по тематике предстоящей лекции, практического занятия и выдвижение их для обсуждения;
- подготовка к участию в дискуссиях, круглых столах, коллоквиумах, студенческих конференциях.

Темы для самостоятельного изучения	Изучаемые вопросы	Кол-во часов	Формы самостоятельной работы	Методическое обеспечение	Форма отчетности
Тема 1. Введение. Теоретические основы энергетических машин.	Отечественные и зарубежные ученые-теплотехники, их роль в развитии науки и техники	6	Работа с литературой, Интернет	Список рекоменд. литературы; интернет-ресурсы	Компьютерные презентации, отчет по лабораторной работе, опрос на коллоквиуме, сообщение, участие в дискуссии
Тема 2. Основы теплопередачи. Способы распространения тепла и виды теплообмена.	Теплообменные аппараты. Уравнение теплового баланса теплообменного аппарата. Топливные ресурсы и их характеристики. Котельные агрегаты и установки. Устройство и принцип работы.	6	Работа с литературой, Интернет, подготовка отчётов по лабораторным работам, рефератов и презентаций	Список рекоменд. литературы; интернет-ресурсы.	Компьютерные презентации, отчет по лабораторной работе, опрос на коллоквиуме, сообщение, участие в дискуссии
Тема 3. Устройство и принципы работы ДВС.	Перспективы развития автомобильного двигателестроения. Экологические проблемы современных ДВС.	6	Работа с литературой, Интернет, подготовка отчётов по лабораторным работам, рефератов и презентаций	Список рекоменд. литературы; интернет-ресурсы.	Компьютерные презентации, отчет по лабораторной работе, опрос на коллоквиуме, сообщение, участие в дискуссии
Тема 4. Циклы паросиловых установок.	История использования энергии пара. Повышение КПД современных паротурбинных установок.	6	Работа с литературой, Интернет, подготовка рефератов и презентаций	Список рекоменд. литературы; интернет-ресурсы.	Компьютерные презентации, опрос на коллоквиуме, сообщение, участие в дискуссии
Тема 5. Газотурбинные двигатели.	Области применения различных ГТД. Перспективы газотурбостроения.	6	Работа с литературой, Интернет, подготовка рефератов и презентаций	Список рекоменд. литературы; интернет-ресурсы.	Компьютерные презентации, опрос на коллоквиуме, сообщение, участие в

					дискуссии
Тема 6. Реактивные двигатели.	История развития реактивной техники. Отечественные ученые и изобретатели реактивной техники.	6	Работа с литературой, Интернет, подготовка рефератов и презентаций	Список рекомен. литературы; интернет-ресурсы.	Компьютерные презентации, опрос на коллоквиуме, сообщение, участие в дискуссии
Тема. 7. Компрессоры и холодильные машины.	Абсорбционные холодильные установки. Принцип работы и применение тепловых насосов.	6	Работа с литературой, Интернет, подготовка рефератов и презентаций	Список рекомен. литературы; интернет-ресурсы.	Компьютерные презентации, опрос на коллоквиуме, сообщение, участие в дискуссии
Тема 8. Классификация и области применения гидравлических машин.	Гидропривод Основные понятия и определения. Классификация, назначение. Основы принципа работы, достоинства и недостатки гидропривода. Использование гидропривода в различных областях техники.	6	Работа с литературой, Интернет, подготовка отчетов по лабораторным работам, рефератов и презентаций	Список рекомен. литературы; интернет-ресурсы.	Компьютерные презентации, отчет по лабораторной работе, опрос на коллоквиуме, сообщение, участие в дискуссии
Тема 9. Основы теплоэлектроэнергетики.	Принципы «зеленой» электроэнергетики. Использование солнечной энергии, геотермальной энергии, энергии ветра, волн, приливов и др. Биотопливо. Энергосбережение.	4	Работа с литературой, Интернет, подготовка рефератов и презентаций	Список рекомен. литературы; интернет-ресурсы.	Компьютерные презентации, опрос на коллоквиуме, сообщение, участие в дискуссии
<i>Итого</i>		52			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

В результате освоения дисциплины студент должен обладать следующими компетенциями:

Код и наименование компетенции	Этапы формирования компетенции	Формы учебной работы по формированию компетенций в процессе освоения образовательной программы
ОПК-8: Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний	Когнитивный	Работа на лекциях (по темам 1-9). Самостоятельная работа (составление конспектов и подготовка сообщений по изученным темам).
	Операционный	Выполнение лабораторных работ: темы 1,2,3,4,7,8. Выполнение практических работ: темы 1,2,3,6,9.
	Деятельностный	Выполнение отчетов, сообщение, презентация, участие в дискуссии

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

ОПК-8: Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний

Этапы формирования компетенции	Уровни освоения составляющей компетенции	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания		
				Цифровое выражение	Выражение в баллах БРС	Словесное выражение
Когнитивный	базовый	Знание теоретических основ энергетических машин для осуществления педагогической деятельности на основе специальных научных знаний	Общее представление о теоретических основах энергетических машин для осуществления педагогической деятельности на основе специальных научных знаний Текущий контроль: лабораторные работы, практические задания Промежуточная аттестация: экзамен	3	41-60	удовл.

Операционный	повышенный		Уверенное знание теоретических основ энергетических машин для осуществления педагогической деятельности на основе специальных научных знаний Текущий контроль: тестовые задания, лабораторные работы, практические задания Промежуточная аттестация: экзамен	4	61 - 80	хорошо
	продвинутый		Осознанное знание теоретических основ энергетических машин для осуществления педагогической деятельности на основе специальных научных знаний Текущий контроль: тестовые задания, лабораторные работы, реферат, практические задания Промежуточная аттестация: экзамен	5	81 - 100	отлично
	базовый	Умение использовать знание теоретических основ энергетических машин для осуществления педагогической деятельности на основе специальных научных знаний	Слабое умение использовать знание теоретических основ энергетических машин для осуществления педагогической деятельности на основе специальных научных знаний Текущий контроль: лабораторные работы, практические задания Промежуточная аттестация: экзамен	3	41-60	удовл.

Деятельностный	повышенный		Уверенное умение использовать знание теоретических основ энергетических машин для осуществления педагогической деятельности на основе специальных научных знаний Текущий контроль: тестовые задания, лабораторные работы, практические задания Промежуточная аттестация: экзамен	4	61 - 80	хорошо
	продвинутый		Осознанное умение использовать знание теоретических основ энергетических машин для осуществления педагогической деятельности на основе специальных научных знаний Текущий контроль: тестовые задания, лабораторные работы, реферат, практические задания Промежуточная аттестация: экзамен	5	81 - 100	отлично
	базовый	Владение опытом использования знания теоретических основ энергетических машин для осуществления педагогической деятельности на основе специальных научных знаний	Владение первоначальным опытом использования знания теоретических основ энергетических машин для осуществления педагогической деятельности на основе специальных научных знаний Текущий контроль: лабораторные работы, практические задания Промежуточная аттестация: экзамен	3	41-60	удовл.
	повышенный		Накопление полезного опыта использования знания теоретических основ энергетических машин для осуществления педагогической деятельности на основе специальных	4	61 - 80	хорошо

		научных знаний Текущий контроль: тестовые задания, лабораторные работы, практические задания Промежуточная аттестация: экзамен			
	продвинутой	Накопление широкого опыта использования знания теоретических основ энергетических машин для осуществления педагогической деятельности на основе специальных научных знаний Текущий контроль: тестовые задания, лабораторные работы, реферат, практические задания Промежуточная аттестация: экзамен	5	81 - 100	отлично

5.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Пример теста для проведения текущего контроля:

Группа Фамилия Вариант №

1.Размерность (наименование) величины ρ (плотность) имеет вид

а) $\text{кг}/\text{м}^2$; б) $\text{кг}/\text{м}^3$; в) $\text{м}^3/\text{кг}$; г) $\text{м}^3 \times \text{кг}$.

2.Элементарная работа газа определяется как

а) $dS = dq / T$; б) $du = cv \times dT$; в) $dl = pdv$ г) $di = cp dT$;

3.Уравнение адиабатического процесса имеет вид

а) $p_1 \times v_1^k = p_2 \times v_2^k$; б) $p_1 \times v_1 = p_2 \times v_2$; в) $p_1 / T_1 = p_2 / T_2$ г) $v_1 / T_1 = v_2 / T_2$

4.Аналитическое выражение первого закона термодинамики имеет вид

а) $dq = du + pdv$; б) $i = u + pv$; в) $dq = TdS$; г) $dq = \alpha(T_1 - T_2)$

5.Изображение изохорического процесса в pV -координатах имеет вид

а) отрезка гиперболы; б) отрезка параболы; в) отрезка, параллельного оси P ; г) отрезка, параллельного оси V .

6. Критерий Рейнольдса имеет вид

- а) $Re = vd / \nu$; б) $Re = v / t$; в) $Re = F / S$; г) $Re = A / t$.

6. Тело полностью поглощает энергию, если

- а) $A = 1$; б) $A = 0,5$; в) $A = 0$; г) $A = 0,25$.

7. Термический коэффициент полезного действия цикла Карно имеет вид

- а) $\eta_t = 1 - 1 / \beta(k - 1)/k$.б) $\eta_t = 1 - 1 / \epsilon^k$ в) $\eta_t = T_1 - T_2 / T_1$ г) $T_1 - T_2$

9. Последовательность термодинамических процессов в идеальном цикле двигателя внутреннего сгорания с подводом теплоты при постоянном объеме

- а) адиабата --- изохора ---- адиабата -изохора
б) адиабата---изобара----адиабата-----изохора
в) адиабата----изохора---изобара---адиабата –изохора
г) изохора----адиабата----адиабата----изобара.

10. Выбрать процессы, при которых происходит подвод теплоты в идеальном цикле паросиловой установки:

- а) в изохорический; б) изотермический; в) изобарический; г) адиабатический.

11. При движении продуктов сгорания по каналу ракетного двигателя с числом $M > 1$ для увеличения скорости течения площадь F должна:

- а) $dF > 0$; б) $dF < 0$; в) $dF = 0$ г) $dF = \text{const}$.

12. Из представленных соотношений выберите соотношение для определения теплоемкости газа

- а) $c = dq/dT$ б) $c = dT$ в) $c = dq \times dT$; г) $c = di$

13. Из представленных соотношений выберите уравнение Стефана-Больцмана.

- а) $E_s = \sigma_s / T^4$; б) $E_s = \sigma_s T^4$ в) $E_s = \sigma_s T^2$; г) $E_s = \sigma_s T$

14. Площадь под кривой процесса pV -координатах (в каком-то масштабе) отображает:

- а) количество теплоты, подведенной или отведенной от рабочего тела;
б) изменение внутренней энергии рабочего тела;
в) механическую работу в процессе;
г) изменение энтропии газа;
г) количеству теплоты отведенной от рабочего тела.

15. Наименьшее значение коэффициента теплопроводности имеет следующий материал:

- а) вода; б) воздух; в) серебро г) пробка.

16. К динамическим насосам не относятся:

- а) поршневые насосы
- б) центробежные насосы
- в) осевые насосы
- г) вихревые насосы

17. Воздушные колпаки используются для выравнивания подачи:

- а) центробежных насосов
- б) поршневых насосов
- в) диагональных насосов
- г) осевых насосов

18. К насосам объемного действия не относятся:

- а) поршневые насосы
- б) плунжерные насосы
- в) осевые насосы
- г) пластинчатые насосы

19. Вставьте слово.

Самовсасыванием не обладает «_____» насос.

- а) поршневой насос
- б) центробежный
- в) диафрагменный
- г) шестеренный

20. Определите полный КПД центробежного насоса, если известно, что его механический КПД равен $\eta_m = 0$, гидравлический КПД равен $\eta_g = 0,9$, объемный КПД равен $\eta_o = 0,8$

- а) 0,6
- б) 0,57
- в) 0,68
- г) 0,7

Пример лабораторной работы по теме «Теплопередача»

Задание

Определить тепловой поток через 1 м^2 кирпичной стены помещения толщиной δ с коэффициентом теплопроводности $\lambda = 0,8 \text{ Вт/(м} \times \text{К)}$. Температура воздуха внутри помещения $t_{\text{вн}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, коэффициент теплоотдачи к внутренней поверхности стенки $\alpha_1 = 8 \text{ Вт/(м}^2 \times \text{К)}$, температура наружного воздуха $t_{\text{н}}$, коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности стены, обдуваемой ветром, α_2 . Вычислить также температуры на поверхностях стены $t_{\text{ст1}}$ и $t_{\text{ст}}$.

Таблица

№ задания	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
δ , см.	51	76,5	25,5	51	25,5	76,5	51	76,5	25,5	51
$t_{\text{н}}$, $^\circ\text{C}$	35	30	25	20	15	5	0	-10	-15	-20

α_2 , Вт/(м ² ×К)	8,2	8,4	8,6	8,8	9,0	9,2	9,4	9,6	9,8	10
--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----

Пример практического задания

Определить тепловой поток через 1 м² кирпичной стены помещения толщиной $\delta = 50$ см с коэффициентом теплопроводности $\lambda = 0,8$ Вт/(м К). Температура воздуха внутри помещения $t_{вн} = 20$ °С, коэффициент теплоотдачи к внутренней поверхности стенки $\alpha_1 = 8$ Вт/(м²К), температура наружного воздуха $t_{н} = 10$ °С, коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности стены, обдуваемой ветром, $\alpha_2 = 8,8$ Вт/(м²К). Вычислить также температуры на поверхностях стены $t_{ст1}$ и $t_{ст2}$.

Темы рефератов

1. Отечественные и зарубежные теплоэнергетики, их роль в развитии науки и техники.
2. Развитие теплоэнергетики в России.
3. Тепловые насосы в быту.
4. Теплоизоляционные материалы в промышленности, строительстве и в быту..
5. Силовая энергетика станочного оборудования.
6. Абсорбционные холодильные установки.
7. Тепловые насосы в быту.
8. Перспективы современного автомобильного двигателестроения.
9. Экологические проблемы современного автомобиля.
10. Системы теплоснабжения экодома.
11. Современные приливные ГЭС.
12. Перспективы развития ТЭС.
13. Геотермальные электростанции.
14. Ветроэнергетика: плюсы и минусы.
15. Роль ГАЭС в современной электроэнергетике.
16. Экологические проблемы электроэнергетики.

Вопросы к экзамену

1. Предмет технической термодинамики и ее метод. Термодинамическая система и ее виды. Рабочее тело и внешняя среда.
2. Теплота и работа как формы энергетического взаимодействия внешней среды и рабочего тела.
3. Основные параметры состояния рабочего тела. Идеальный газ. Уравнение состояния идеального газа.
4. Сущность первого закона термодинамики. Работа процесса. Графическое изображение работы в pV - диаграмме.
5. Энтальпия. Теплоемкость газов. Теплоемкость идеального газа при постоянном давлении и при постоянном объеме.
6. Энтропия. Диаграмма Ts . Графическое изображение теплоты в диаграмме Ts .
7. Круговые термодинамические процессы (циклы). Прямой и обратный (обратимый) цикл Карно.
8. Сущность второго закона термодинамики и его основные формулировки.
9. Термодинамические процессы идеальных газов.
10. Процессы парообразования в pV - и Ts -диаграммах.
11. Способы распространения тепла и виды теплообмена.
12. Теплопроводность. Коэффициент теплопроводности. Термическое сопротивление.
13. Конвективный теплообмен. Формула Ньютона — Рихмана. Коэффициент теплоотдачи.
14. Излучение энергии. Законы излучения.
15. Уравнение теплопередачи. Коэффициент теплопередачи.

16. Теплообменные аппараты.
17. Топливные ресурсы и их характеристики.
18. Котельные агрегаты и установки. Устройство и принцип работы основных типов паровых котлов.
19. Двигатели внутреннего сгорания. Принципиальные схемы. Области применения.
20. Идеальный цикл паросиловой установки, термический КПД и пути его повышения.
21. Газотурбинные двигатели (Г.Т.Д), принципиальная схема, характеристика, принцип работы.
22. Реактивные двигатели, их классификация.
23. Паровая компрессионная холодильная установка, схема, принцип действия и идеальный цикл.
24. Классификация и области применения гидравлических машин.
25. Насосы. Классификация по принципу действия. Основные параметры, области применения.
26. Типы и основы работы гидравлических турбин.
27. Гидропривод. Основные понятия и определения. Классификация, назначение.
28. Возобновляемые и невозобновляемые энергоресурсы.
29. Тепловые электрические станции (ТЭС): конденсационные электростанции и теплоэлектроцентрали (ТЭЦ).
30. Атомные электростанции (АЭС). Основные схемы и характеристики АЭС.
31. Гидроэлектростанции (ГЭС): плотинные, деривационные, гидроаккумулирующие, приливные.
32. Перспективы развития энергетики. Экологические проблемы современной энергетики.

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

Вид работы	количество баллов
Подготовка реферата с презентацией	до 10 баллов
Тест	до 10 баллов
Выполнение лабораторных работ	до 30 баллов
Выполнение практических работ	До 10 баллов
Экзамен	до 40 баллов

Реферат на заданную тему с презентацией

При подготовке реферата студент должен учитывать следующее:

1. Необходимо оценить время, требуемое для его написания, оформления (как правило, в форме презентации), подготовки к выступлению, после чего составить план работы над сообщением.
2. Для написания сообщения следует сначала подобрать материал по теме сообщения (используя учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины).
4. После изучения материала составляется план сообщения, который следует обсудить с преподавателем.
6. По составленному плану написать текст сообщения, следуя общепринятой структуре (вводная часть, цель и задачи сообщения, содержательная часть, заключение).
7. Во вводной части сообщения необходимо сформулировать собственное понимание актуальности выбранной темы, сформулировать цель и задачи сообщения. В содержательной части следует изложить сущность проблемы, привести разные точки зрения, изложенные у

разных авторов. В заключении необходимо подвести итоги по рассмотрению темы сообщения, показать перспективы решения проблемы.

8. Подготовить иллюстрационный материал к презентации.

10. Подготовиться к выступлению и к ответам на возможные вопросы в ходе дискуссии. При подготовке необходимо учитывать время, отпущенное на доклад (5-10 минут).

Реферат с презентацией оценивается по шкале от 0 до 5 баллов. Максимальное количество - 10 баллов (2 реферата с презентацией по 5 баллов).

Показатель	Балл
Подготовлен реферат и соответствует тематике, раскрыты все вопросы по данному сообщению	0-2 балла
Содержание презентации (-актуальность темы; -полнота раскрытия темы; -грамотность; - последовательность и логичность)	0-2 балла
Оформление презентации (- объем (оптимальное количество); - дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям); - оригинальность оформления; - эстетика; - использование возможности программной среды; - соответствие стандартам оформления)	0 – 1 балл
Не выполнено	0 баллов
Всего	5 баллов

Шкала оценивания практических заданий

Практические задания оцениваются от 0 до 5 баллов. Максимальное количество - 20 баллов. (5 практических работ по 4 балла)

Показатель	Балл
Практическое задание выполнено верно	4-5 баллов
Практическое задание выполнено полностью (допущены ошибки)	2-3 балла
Практическое задание выполнено частично (могут быть допущены ошибки)	1 балл
Не выполнено	0 баллов

Шкала оценивания лабораторных работ

Практические задания оцениваются от 0 до 5 баллов. Максимальное количество - 30 баллов. (6 практических работ по 5 баллов)

Показатель	Балл
Лабораторная работа выполнено верно	4-5 баллов
Лабораторная работа выполнено полностью (допущены ошибки, сделаны расчеты и выводы)	2-3 балла
Лабораторная работа выполнено частично (могут быть допущены ошибки, сделаны расчет, не сделаны выводы)	1 балл
Не выполнено	0 баллов

Требования к тестированию: написание *теста* оценивается по шкале от 0 до 5 баллов. Максимальное количество за тесты 10 баллов (2 теста по 5 баллов). Освоение компетенций зависит от результата написания теста: 5 баллов (80-100% правильных ответов) - компетенции считаются освоенными на высоком уровне (оценка отлично); 3-4 балла (70-75 % правильных ответов) - компетенции считаются освоенными на базовом уровне (оценка хорошо); 2 балла (50-65 % правильных ответов) - компетенции считаются освоенными на удовлетворительном уровне (оценка удовлетворительно); 0 -1 балл (менее 50 % правильных ответов) - компетенции считаются не освоенными (оценка неудовлетворительно).

Методические указания по выполнению лабораторной работы по теме «Теплопередача»

Количество теплоты Q , которое передается через некоторую поверхность S в единицу времени называется мощностью теплового потока или тепловым потоком, и измеряется в ваттах, Вт.

Интенсивность передачи теплоты обычно характеризуют плотностью теплового потока q , равной мощности теплового потока Q через 1 м^2 поверхности S

$$q = \frac{Q}{S}.$$

Плотность теплового потока измеряется в Вт/м².

Стационарный процесс теплопередачи через плоскую стенку от одного теплоносителя (жидкости, газа) к другому можно представить в виде трех последовательных процессов (см. рис.2):

- передача тепла от внутреннего теплоносителя к твердой стенке путем конвекции;
- передача тепла путем теплопроводности через твердую стенку;
- передача тепла путем конвекции от твердой стенки к внешнему теплоносителю.

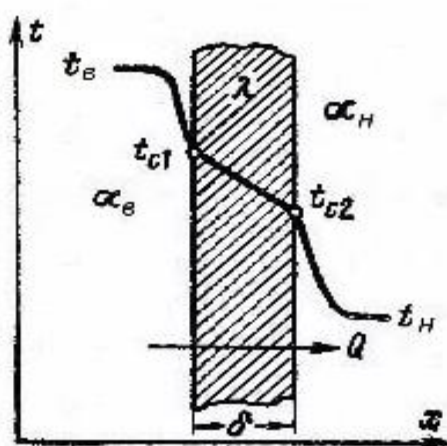


Рис. 2. Теплопередача через плоскую стенку

Удельный тепловой поток при теплопроводности через однородную стенку толщиной δ , на поверхностях, которой поддерживаются постоянные температуры $t_{с1}$ и $t_{с2}$ определяют с помощью закона Фурье

$$q = \frac{\lambda(t_{\text{ст1}} - t_{\text{ст2}})}{\delta}, \quad (2.1)$$

где λ – коэффициент теплопроводности вещества стенки, измеряемый в Вт/(м·К).

При теплоотдаче (конвективном теплообмене между твердой поверхностью и жидким или газообразным теплоносителем) удельный тепловой поток рассчитывают с помощью закона Ньютона-Рихмана

$$q = \alpha |t_c - t_{\text{ж}}|, \quad (2.2)$$

где t_c и $t_{\text{ж}}$ – постоянные температуры стенки и омывающего теплоносителя, а α – коэффициент теплоотдачи, измеряемый в Вт/(м²·К).

При расчетах теплового потока при конвективном теплообмене его величину принято считать положительной, поэтому разность температур стенки и жидкости или газа всегда берут по абсолютной величине.

Следует обратить внимание на то, что, так как температуры в формулах законов Фурье и Ньютона-Рихмана входят в виде разности величин, а градусы Кельвина и Цельсия равны друг другу, при тепловых расчетах обычно нет необходимости использования абсолютных температур, а можно использовать обычную шкалу Цельсия.

Т.о. в случае теплопередачи через плоскую стенку, с обеих сторон которой находится воздух, температура которого внутри помещения равна $t_{\text{в}}$, а снаружи – $t_{\text{н}}$, а соответствующие коэффициенты теплоотдачи α_1 и α_2 и температуры внутренней и наружной поверхностей стенки равны $t_{\text{с1}}$ и $t_{\text{с2}}$, соответственно, при этом толщина стенки равна δ , а коэффициент теплопроводности – λ (см. рис. 2), можно записать следующее.

Удельный тепловой поток при теплоотдаче от воздуха внутри помещения к стенке в соответствии с ф. 2.2 будет равен

$$q = \alpha_1 (t_{\text{в}} - t_{\text{с1}}) \quad (2.3)$$

Удельный тепловой поток при теплопроводности через твердую стенку в соответствии с ф. 2.1 можно записать

$$q = \frac{\lambda(t_{\text{ст1}} - t_{\text{ст2}})}{\delta} \quad (2.4)$$

Удельный тепловой поток при теплоотдаче от внешней поверхности стенки к наружному воздуху в соответствии с ф. 2.2 будет равен

$$q = \alpha_2 (t_{\text{ст2}} - t_{\text{н}}) \quad (2.5)$$

После несложных преобразований, учитывая, что величины удельных тепловых потоков равны, получаем уравнение теплопроводности через плоскую стенку

$$q = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{н}}}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} = k(t_{\text{в}} - t_{\text{н}}), \quad (2.6)$$

где $k = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}$ - коэффициент теплопередачи.

Пример выполнения практического задания

Определить тепловой поток через 1 м^2 кирпичной стены помещения толщиной $\delta = 50 \text{ см}$ с коэффициентом теплопроводности $\lambda = 0,8 \text{ Вт/(м К)}$. Температура воздуха внутри помещения $t_{\text{вн}} = 20^\circ\text{C}$, коэффициент теплоотдачи к внутренней поверхности стенки $\alpha_1 = 8 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$, температура наружного воздуха $t_{\text{н}} = 10^\circ\text{C}$, коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности стены, обдуваемой ветром, $\alpha_2 = 8,8 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$. Вычислить также температуры на поверхностях стены $t_{\text{ст1}}$ и $t_{\text{ст2}}$.

1. Переводим толщины стенки в единицы СИ. Имеем $\delta = 0,5 \text{ м}$.
2. По формуле 2.6 рассчитываем удельный тепловой поток при теплопередаче через плоскую стенку

$$q = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{н}}}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} = \frac{20 - 10}{\frac{1}{8} + \frac{0,5}{0,8} + \frac{1}{8,8}} = 11,58 \text{ Вт/м}^2$$

3. Определяем температуру внутренней поверхности стенки. Для этого запишем уравнение теплоотдачи от воздуха внутри помещения к стенке, воспользовавшись формулой 2.3

$$q = \alpha_1(t_{\text{в}} - t_{\text{ст1}}),$$

Раскрыв скобки, и проведя простые преобразования, получаем

$$t_{\text{ст1}} = t_{\text{в}} - q/\alpha_1 = 20 - \frac{11,58}{8} = 18,6^\circ\text{C}$$

4. Определяем температуру внешней поверхности стенки. Для этого запишем уравнение теплоотдачи от наружной поверхности стенки к окружающему воздуху, воспользовавшись формулой 2.4

$$q = \alpha_2(t_{\text{ст2}} - t_{\text{н}}),$$

Раскрыв скобки, и проведя простые преобразования, получаем

$$t_{\text{ст2}} = t_{\text{н}} + q/\alpha_2 = 10 + \frac{11,58}{8,8} = 11,3^\circ\text{C}.$$

5. Используя полученные значения температур, строим схему теплопередачи через кирпичную стенку, аналогичную приведенной на рис. 2, откладывая в масштабе по вертикальной оси значения температур, а по горизонтальной – толщину стенки.

Выбор формы и порядок проведения экзамена осуществляется кафедрой. Оценка знаний студента в процессе экзамена осуществляется исходя из следующих критериев: умение сформулировать определения понятий, данных в вопросе, с использованием специальной лексики, показать связи между данными понятиями; способность дать развернутый ответ на поставленный вопрос с соблюдением логики изложения материала; проанализировать и сопоставить различные точки зрения на поставленную проблему; умение аргументировать собственную точку зрения, иллюстрировать высказываемые суждения и умозаключения практическими примерами.

Критерии оценки ответов студентов на экзамене

Оценка	Показатели	Количество баллов	
Отлично	ставится при полных, исчерпывающих, аргументированных ответах на все основные и дополнительные вопросы экзамена, отличающихся логической последовательностью и четкостью в выражении мыслей и обоснованностью выводов, демонстрирующих знания источников и литературы, понятийного аппарата и умение им пользоваться при ответе. Представлены качественно выполненные практические задания в полном объеме.	31-40	81-100
Хорошо	ставится при полных, исчерпывающих, аргументированных ответах на все основные и дополнительные вопросы экзамена, отличающихся логичностью, четкостью и знаниями понятийного аппарата и литературы по теме вопроса при незначительных упущениях при ответах. Представлены все выполненные практические задания, но часть из них имеет недочеты в исполнении.	21-30	61-80
Удовлетворительно	ставится при неполных и слабо аргументированных ответах, демонстрирующих общее представление и элементарное понимание существа поставленных вопросов, понятийного аппарата и обязательной литературы. Представлена основная часть выполненных практических заданий, либо их полный объем с недочетами в исполнении.	11-20	41-60
Неудовлетворительно	ставится при незнании и непонимании студентом существа вопросов экзамена. Отсутствуют выполненные практические задания.	0-10	0-40

Критерии оценок усвоения компетенций

Цифровое выражение	Выражение в баллах БРС	Словесное выражение	Описание оценки в требованиях к уровню и объему компетенций
5	81 - 100	Отлично	Освоен продвинутый уровень всех составляющих компетенций: ОПК-8
4	61 - 80	Хорошо	Освоен повышенный уровень всех составляющих компетенций: ОПК-8
3	41 - 60	Удовлетворительно	Освоен базовый уровень всех составляющих компетенций: ОПК-8
2	до 40	Неудовлетворительно	Не освоен базовый уровень всех составляющих компетенций: ОПК-8

6.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1.Основная литература:

- Ерофеев, В.Л. Теплотехника [Электронный ресурс]: в 2 т. : учебник для вузов /В.Л. Ерофеев, А.С. Пряхин, П. . Семенов. — М. : Юрайт, 2017. — 198 с. – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/viewer/E0E1338F-8EAF-430A-B206-A8A45F61C0AC#page/1> , <https://biblio-online.ru/viewer/652E53CB-3354-457F-B579-D52E501F0529#page/1>
- Замалеев, З.Х. Основы гидравлики и теплотехники [Текст]: учебное пособие для вузов /З.Х. Замалеев, В.Н. Посохин, В.М. Чефанов. – СПб.: Изд-во «Лань», 2014. - 352с.

6.2.Дополнительная литература

- Быстрицкий, Г.Ф. Общая энергетика [Электронный ресурс]:энергетическое оборудование в 2 ч. / Г.Ф. Быстрицкий, Э.А. Киреева. — 2-е изд. — М. : Юрайт, 2017. — Режим доступа: <https://biblio-online.ru/viewer/70333A9F-BACE-490B-9063-92031B4AC554#page/1>, <https://biblio-online.ru/viewer/AFEA3C0E-2762-4732-A1B7-8250DCE8327B#page/1>
- Быстрицкий, Г.Ф. Теплотехника и энергосиловое оборудование промышленных предприятий [Электронный ресурс]: учебник для вузов. — 5-е изд. — М.: Юрайт, 2016. — 305 с. — Режим доступа: <https://biblio-online.ru/viewer/D9552103-0742-46DC-855D-4F7B94DD8C45#page/1>
- Гидравлика [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие /сост. Е.А. Крестин. - Самара : Самарский гос.архитектурно-строительный университет, 2013. - 260 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=256107>
- Гусев, А.А. Гидравлика [Электронный ресурс]: учебник для вузов. — 2-е изд. — М.: Юрайт, 2017. — 285 с. – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/viewer/CA66D12A-4731-4673-A644-7DC2AF1A5E0B#page/1>
- Кудинов, В.А. Теплотехника [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов, Е.В. Стефанюк. - М.: КУРС, 2015. - 424 с.- Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=486472>
- Семенов, Ю.П. Теплотехника [Электронный ресурс]: учебник /Ю.П. Семенов, А.Б. Левин - 2 изд. - М.: ИНФРА-М, 2015. - 400 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=470503>
- Ухин, Б.В. Гидравлика [Текст] : учеб. пособие для вузов. - М. : Инфра-М, 2013. - 464с.
- Ухин, Б.В. Гидравлические машины [Текст] : насосы, вентиляторы, компрессоры и гидропривод : учеб. пособие для вузов. - М.: Инфра-М, 2013. - 320с.
- для вузов/ С.А. Алаи, П.С. Моргулис, Н.Ф. Суворов. – М: Просвещение, 1981. – 352 с.

6.3.Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- <http://www.school.edu.ru> - Российский общеобразовательный портал
- <http://www.openet.edu.ru> - Российский портал открытого образования

3. <http://www.ict.edu.ru> - портал по информационно-коммуникационным технологиям в образовании
4. www.openclass.ru/wiki-pages/51789
5. <http://pedagogic.ru> - педагогическая библиотека;
6. <http://www.ug.ru> - «Учительская газета»;
7. <http://1september.ru> - издательский дом «Первое сентября»;
8. <http://www.pedpro.ru> - журнал «Педагогика»;
9. http://www.informika.ru/about/informatization_pub/about/276 - научно-методический журнал «Информатизация образования и науки»;
10. <http://www.vovt.ru> - научно-педагогический журнал Министерства образования и науки РФ «Высшее образование в России»;
11. <http://www.hetoday.org> - журнал «Высшее образование сегодня».
12. http://www.prosvetitelstvo.ru/library/articles/?ELEMENT_ID=933. - Портал «Просветительство»
13. <http://www.znanie.org/> - Общество «Знание» России
14. <http://www.gpntb.ru> - Государственная публичная научно-техническая библиотека.
15. <http://www.rsl.ru> - Российская национальная библиотека.
16. <http://www.gpntb.ru> - Публичная электронная библиотека.

7.МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1.Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов, авторы: заведующий кафедрой основ производства и машиноведения, кандидат педагогических наук, доцент Корецкий М.Г., декан факультета технологии и предпринимательства, кандидат педагогических наук, доцент Хаулин А.Н., доктор технических наук, профессор Гуляев А.А., доктор педагогических наук, профессор Лавров Н.Н., кандидат технических наук, доцент Свистунова Е.Л., кандидат педагогических наук, доцент Шпаков Н.П.

8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows

Microsoft Office

Kaspersky Endpoint Security

Информационные справочные системы:

Система ГАРАНТ

Система «Консультант Плюс»

Профессиональные базы данных:

fgosvo.ru

pravo.gov.ru

www.edu.ru

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные учебной мебелью, доской, демонстрационным оборудованием;
- помещения для самостоятельной работы, укомплектованные учебной мебелью, персональными компьютерами с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду МГОУ;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования, укомплектованные мебелью (шкафы/стеллажи), наборами демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями;

Лабораторные и практические занятия - комплект учебной мебели, персональный компьютер с подключением к сети Интернет.