

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института строительства,
архитектуры и искусства

А.Л. Кришан
«18 » сентября 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.09 ГЕНЕРАТОРЫ ТЕПЛА

Направление подготовки
08.03.01 «Строительство»

Профиль подготовки
Теплогасоснабжение и вентиляция

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения
заочная

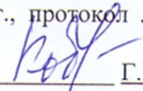
Институт
Кафедра
Курс

строительства, архитектуры и искусства
управления недвижимостью и инженерных систем
4

Магнитогорск
2017 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство», утвержденного приказом МОиН РФ от 12 марта 2015г. № 201.

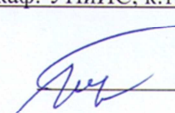
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Управление недвижимостью и инженерных систем» «01» сентября 2017 г., протокол № 1

Зав. кафедрой  Г.В. Кобельков

Рабочая программа одобрена методической комиссией института строительства, архитектуры и искусства «18» сентября 2017 г., протокол № 1

Председатель  А.И. Кришан

Рабочая программа составлена: доцент каф. УНиИС, к.т.н., доцент

 Г.Н. Трубицына

Рецензент: технический директор ООО «МЕТАМ», к.т.н., доцент

 Г.А. Павлова

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Генераторы тепла» являются: формирование у студентов знаний в области разработки, монтажа и эксплуатации генераторов тепла с учетом экологической, топливно-энергетической и экономической ситуации в стране, а также формирование общекультурных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 08.04.01. «Строительство»

Задачи дисциплины – усвоение студентами:

- общих представлений о топливных ресурсах и топливно-энергетических балансах;
- различных схематических решений котлов и вспомогательного оборудования;
- теоретических положений и методов расчета в процессе проектирования и эксплуатации генераторов тепла.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки бакалавра

Дисциплина Б1.В.09 «Генераторы тепла» является обязательной дисциплиной вариативной части профессионального цикла профиля – Теплогазоснабжение и вентиляция.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, приобретенных студентами в ходе изучения дисциплин:

- **математика:** теория алгоритмов, дифференциальное и интегральное исчисления, вероятность и статистика, элементарная теория вероятностей, модели случайных процессов, статистические методы обработки экспериментальных данных;
- **информатика:** общая характеристика процессов сбора, передачи, обработки и накопления информации; модели решения функциональных и вычислительных задач; алгоритмизация и программирование; базы данных; компьютерная графика;
- **начертательная геометрия, черчение и машинная графика:** числовые отметки; пересечения в аксонометрии; черчение: техника черчения и геометрические построения; ГОСТы; ЕСКД; машиностроительные и архитектурно-строительные чертежи; машинная графика: методы и средства машинной графики;
- **гидравлика:** гидростатика, основы гидродинамики, гидравлические сопротивления, установившееся и неустановившееся движения жидкости; истечение жидкости,
- **теоретические основы теплотехники** – основные процессы термодинамики, диаграмма двухфазного перехода вещества, законы передачи теплоты: теплопроводность, излучение, конвективный теплообмен;
- **теплообменные процессы в тепловом оборудовании систем ТГВ** - расчет теплообменных аппаратов; виды передачи теплоты в оборудовании ТГВ; моделирование процессов передачи теплоты.

Знания и умения студентов, полученные при изучении дисциплины «Генераторы тепла» будут необходимы им при дальнейшем изучении таких дисциплин, как «Централизованное теплоснабжение», «Автоматизация систем ТГСВ», «Современные системы климатизации зданий», «Вентиляция», «Проектирование систем провентилиации и очистка вентиляционных выбросов», «Основы теории надежности систем ТГВ», а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

(модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Генераторы тепла» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-1-знанием нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест	
Знать	Основные определения и понятия базовых знаний в изучаемых разделах курса «Генераторы тепла». Основные понятия о методах конструктивного и поверочного расчетов и нормативной базе при проектировании теплогенерирующих установок и их элементов.
Уметь	– Применять полученные знания о методах расчета и нормативной базе при проектировании генераторов тепла. – Применять полученные знания в профессиональной деятельности; использовать их на междисциплинарном уровне;
Владеть	- Навыками проектной работы и применением нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования генераторов тепла и их элементов. - Способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов.
ПК-3 - способностью проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие разрабатываемых проектов	
Знать	– Методики выполнения технико-экономических расчетов, специфику составления проектной и рабочей технической документации по генераторам тепла и их конструктивным элементам
Уметь	– Применять полученные знания о методике выполнения технико-экономических расчетов и составления проектной и рабочей технической документации при проектировании теплогенераторов.
Владеть	- Навыками выполнения технико-экономических расчетов и составления проектной и рабочей технической документации . - Способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов.

4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц 180 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 14 академических часов:
 - аудиторная – 10 академических часов;
 - внеаудиторная – 4 академических часа
- самостоятельная работа – 153,4 академических часов;
- подготовка к экзамену – 8,7 академических часа.
- подготовка к зачету – 3,9 академических часа

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа (в академических часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
1. Введение.	4							
1.1. Роль и место энергетики в народном хозяйстве России, опережающее место энергетики – основа развития производства, сведения о системах теплоснабжения, теплогенерирующая установка и ее элементы, перспективы и основные тенденции развития ТГУ. Принципиальные схемы получения тепловой энергии.	4	0,2			7	Самостоятельное изучение учебной литературы Выполнение АКР №1	Устный опрос. Проверка практических заданий	ПК-1-зув
Итого по разделу	4	0,2	0	0	7			
2. Источники тепловой энергии, топливо, тепловые ресурсы	4							
2.1 Классификация, основные направления их использования,	4				7	Самостоятельное изучение учебной	Устный опрос. Проверка практических	ПК-1-зув

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
традиционные и нетрадиционные источники тепловой энергии, вторичные источники тепла. Топливно-энергетические ресурсы, классификация, структура; возобновляющиеся и невозобновляющиеся ресурсы, объем и размещение ТЭР в Море, регионах России, тенденции развития баланса.						литературы Выполнение АКР №2,3	заданий	
2.2 Органическое топливо, классификация, происхождение. Элементный и технический состав топлива, приведенные характеристики топлива, условное топливо. Твердое топливо, жидкое, газообразное, искусственное, ядерное: классификация, состав и свойства.	4				7			
2.3 Методики расчетов горения твердого, жидкого и газообразного топлива. Физико-химические основы процесса горения: основные понятия и определения, химические реакции горения. Закон Гесса.	4	0,5		1/0,3И	7			
Итого по разделу	4	0,5	0	1/0,3И	21			

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
3. Теплогенерирующие установки: паровые и водогрейные котлы	4							
3.1. Вводные понятия. Котлы на органическом топливе: классификация, рабочие параметры, котлы с естественной и принудительной циркуляцией, прямоточные, водогрейные котлы. Особенности конструирования котлов. Паро- и теплогенераторы атомных станций. Паро- и теплогенераторы гелио- и геотермальных установок.	4	0,3			7	Самостоятельное изучение учебной литературы Выполнение домашних заданий Подготовка к аудиторным работам	Устный опрос	ПК-1-зув
3.2. Современные отечественные и зарубежные котлы на российском рынке: особенности конструкции, преимущества и недостатки	4				7			
Итого по разделу	4	0,3	0	0	14			
4. Тепловой расчет теплогенератора на органическом топливе	4							
4.1 Конструкторский и поверочный расчет котла. Цели и задачи расчета. Нормативный метод расчета котельных агрегатов. Тепловая схема котла.	4	0,2		0,3	7	Самостоятельное изучение учебной литературы Выполнение АКР №4 Подготовка к аудиторным занятиям	Устный опрос. Проверка практических заданий	ПК-3-зув
4.2 Энтальпия продуктов сгорания и рабочих тел. Построение I-t диаграммы уходящих газов и использование ее в	4	0,5		0,6/0,2 И	7			

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
тепловых расчетах котла.								
4.3 Эффективность использования топлива в котле. Материальный и тепловой баланс котельного агрегата. Приходные и расходные статьи теплового баланса. Понятия К.П.Д. брутто и нетто.	4	0,5		0,7/0,2 И	7			
4.4 Особенности теплового расчета радиационных, конвективно-радиационных и конвективных поверхностей нагрева	4				4			
Итого по разделу	4	1,2	0	1,6/0,4 И	25			
5. Топочные процессы и топки для сжигания топлив.	4							
5.1 Классификация топок. Закономерности теплообмена в топке. Показатели работы топочных устройств.	4	0,1			6	Самостоятельное изучение учебной литературы Выполнение курсовой работы Выполнение АПР №5	Фронтальный опрос Проверка раздела курсовой работы и практических заданий	ПК-1-зув, ПК-3-зув
5.2 Сжигание топлива в плотном фильтрующем слое. Закономерности горения твердого кускового топлива в	4	0,1			7	Самостоятельное изучение учебной литературы	Фронтальный опрос Проверка раздела курсовой работы	ПК-1-зув

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
слое						Выполнение курсовой работы		
5.3 Процесс сжигания топлива в кипящем слое. Особенности сжигания пылевидного топлива. Вихревые топки. Особенности конструкции.	4				6	Самостоятельное изучение учебной литературы Выполнение курсовой работы	Фронтальный опрос	ПК-1-зув
5.4 Факельные топки. Топки и горелки для сжигания пылевидного, жидкого и газообразного топлива. Диффузионное и кинетическое горение.	4	0,1			7	Самостоятельное изучение учебной литературы Выполнение курсовой работы	Фронтальный опрос	ПК-1-зув
Итого по разделу	4	0,3	0	0	26			
6. Испарительные поверхности нагрева	4							
6.1 Экранные трубы. Способы интенсификации теплообмена в топке. Расчет теплообмена в топке	4	0,5		1/0,4И	7	Самостоятельное изучение учебной литературы Выполнение курсовой работы	Фронтальный опрос	ПК-1-зув

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
6.2 Назначение и классификация пароперегревателей. Конструкции и компоновка пароперегревателей. Регулирование температуры пара Расчет	4	0,4		1/0,4И	7	Самостоятельное изучение учебной литературы Выполнение курсовой работы Выполнение АПР №6	Фронтальный опрос Проверка практических заданий	ПК-1-зув
6.3 Хвостовые поверхности котельного агрегата. Экономайзеры. Классификация. Воздухоподогреватели. Классификация. Расположение экономайзера и воздухоподогревателя в газовом тракте. Тепловой расчет.	4	0,4		1/0,5И	7	Самостоятельное изучение учебной литературы Выполнение курсовой работы Выполнение АПР №7	Фронтальный опрос Проверка практических заданий	ПК-1-зув
Итого по разделу	4	1,3	0	3/1,3И	21			
7. Гидро- и аэродинамика парового котла	4							
7.1 Условия надежной работы котла. Режим, структура и характеристика потока рабочего тела.	4				6	Самостоятельное изучение учебной литературы	Фронтальный опрос	ПК-1-зув
7.2 Схема расчета циркуляции. Надежность циркуляции	4	0		0,1	6	Самостоятельное изучение учебной литературы	Фронтальный опрос	ПК-1-зув

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
7.3 Системы газоздушного тракта. Аэродинамические сопротивления. Выбор тягодутьевых устройства. Дымовые трубы	4	0,1		0,1	6	Самостоятельное изучение учебной литературы	Фронтальный опрос Проверка раздела курсовой работы	ПК-1-зув
Итого по разделу	4	0,1	0	0,2	18	Самостоятельное изучение учебной литературы		
8. Водяной режим и качество пара	4							
8.1 Показатели качества питательной воды. Системы подготовки питательной воды.	4	0,1		0,2	7	Самостоятельное изучение учебной литературы	Фронтальный опрос	ПК-3-зув
Итого по разделу	4	0,1	0	0,2	7			
9 Техничко-экономические показатели теплогенерирующих установок	4							
9.1 Классификация показателей работы теплостанции. Себестоимость производства тепловой энергии и особенности ее расчета. Определение капиталовложений в новую теплостанцию.	4				7	Самостоятельное изучение учебной литературы Выполнение АПР №8	Фронтальный опрос Проверка практических заданий	ПК-3-зув

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
9.2 Оценка сравнительной экономической эффективности капиталовложений в новую технику и охрану окружающей среды от загрязнений промышленными выбросами	4				7,4	Самостоятельное изучение учебной литературы	Фронтальный опрос	ПК-3-зув
Итого по разделу		0	0	0	14,4			
Итого по курсу	4	4	0	6/2И	153,4		<i>к.р., зач., экзамен</i>	
Итого по дисциплине	4	4	0	6/2И	153,4		<i>к.р., зач., экзамен</i>	

5. Образовательные и информационные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Генераторы тепла» используются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

1. Для формирования новых теоретических и фактических **знаний** используются **лекции**:
 - *обзорные* – для рассмотрения общих вопросов и понятий курса «Генераторы тепла», которые необходимы для систематизации и закрепления знаний;
 - *информационные* – для ознакомления с основными принципами проектирования и расчетов котельных агрегатов, а также для изучения процессов, происходящих в элементах котельной установки;
 - *проблемные* - для развития исследовательских навыков и изучения способов решения задач.
2. Для приобретения новых фактических **знаний и практических умений** используются **практические занятия**:
 - практическое занятие в форме практикума – организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи;
 - разбор результатов тематических контрольных работ, анализ ошибок, совместный поиск вариантов рационального решения учебной проблемы.
3. Для приобретения новых **теоретических и фактических знаний, когнитивных и практических умений** используется **самостоятельная работа**:
 - самостоятельное изучение учебной литературы, конспектов лекций;
 - подготовка к аудиторным контрольным работам;
 - выполнение курсовой работы.
4. Для проведения занятий в **интерактивной форме**:
 - ориентация студентов на образовательные интернет-ресурсы.
 - работа в команде;
 - семинар-дискуссия – коллективное обсуждение какого-либо спорного вопроса, проблемы, выявление мнений в группе

В ходе проведения занятий предусматривается использование средств вычислительной техники при выполнении индивидуальных заданий, контрольных работ, курсовой работы.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Аудиторная самостоятельная работа студентов на практических занятиях осуществляется под контролем преподавателя в виде решения задач и выполнения упражнений, которые определяет преподаватель для студента.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде изучения литературы по соответствующему разделу с проработкой материала и выполнения курсовой работы с консультациями преподавателя.

Примеры заданий аудиторных практических работ

АПР №1. Принципиальные схемы получения тепловой энергии.

1. Анализ схем получения тепловой энергии
2. Изучить принципиальные схемы получения тепловой энергии из органического топлива
3. Изучить принципиальные схемы получения тепловой энергии за счет солнечной энергии и геотермальных вод

АПР №2 Состав и характеристики топлива

Задача 1

Определить состав рабочей массы челябинского угля марки БЗ, если состав его горючей массы: $C_p = 71,1\%$, $H_p = 5,3\%$, $S_{лр} = (S_{ор} + S_{лр}) = 1,9\%$, $N_p = 1,7\%$, $O_p = 20,0\%$; зольность сухой массы $A_p = 36\%$ и влажность рабочая $W_p = 18,0\%$.

Задача 2

Определить состав горючей массы кизеловского угля марки Г, если состав его рабочей массы: $C_p = 48,5\%$; $H_p = 3,6\%$; $S_{лр} = 6,1\%$; $N_p = 0,8\%$; $O_p = 4,0\%$; зольность сухой массы $A_c = 33,0\%$ и влажность рабочая $W_p = 6,0\%$.

АПР №3 Физико-химические основы процесса горения

Задача 1

Определить низшую и высшую теплоту сгорания рабочей массы челябинского угля марки БЗ состава: $W_p = 18,0\%$; $A_p = 29,5\%$; $S_{лр} = 1,0\%$; $C_p = 37,3\%$; $H_p = 2,8\%$; $N_p = 0,9\%$; $O_p = 10,5\%$.

Задача 2

Определить объем продуктов полного сгорания на выходе из топки, а также теоретический и действительный объемы воздуха, необходимые для сгорания 1 м³ природного газа Ставропольского месторождения состава: $CO_2 = 0,2\%$, $CH_4 = 98,2\%$, $C_2H_6 = 0,4\%$, $C_3H_8 = 0,1\%$, $C_4H_{10} = 0,1\%$, $N_2 = 1,0\%$. Коэффициент избытка воздуха в топке $\alpha_T = 1,2$.

АПР 4 Энтальпия продуктов сгорания и рабочих тел. Построение I-t диаграммы уходящих газов

Задача 1

Определить энтальпию продуктов сгорания на выходе из топки, получаемых при полном сгорании 1 кг карагандинского угля марки К состава: $W_p = 8,0\%$; $A_p = 27,6\%$; $S_{лр} = 0,8\%$; $C_p = 54,7\%$; $H_p = 3,3\%$; $N_p = 0,9\%$; $O_p = 4,8\%$, если известно, что температура газов на выходе из топки равна 1000 °С, доля золы топлива, уносимой продуктами сгорания, $a_{ун} = 0,85$ и приведенная величина уноса золы сжигаемого топлива $A_{пр.ун} = 4,6\%$. Коэффициент избытка воздуха в топке 1,3.

Задача 2

Как изменится энтальпия продуктов сгорания уходящих газов при сжигании ангреновского угля, если его влажность увеличить с 34,5 до 45%? Температуру уходящих газов принять 160 °С, коэффициент избытка воздуха 1,4.

Задача 4

По результатам расчетов горения топлива (для заданного варианта) определить энтальпию продуктов сгорания для топки, пароперегревателя, водяного экономайзера с учетом подсоса воздуха в газовых трактах котла в диапазоне температур от 2000 °С до 100 °С.

Задача 5

По результатам расчетов построить I – T диаграмму продуктов сгорания для топки, пароперегревателя и водяного экономайзера.

АПР №5 Тепловой поверочный расчет топки

1. Изучение конструкций топок для сжигания твердого (пылевидного и кускового) топлива, жидкого и газообразного топлив.
2. Выполнение теплового поверочного расчета топки согласно заданию.
3. Анализ результатов расчетов.

АПР №6 Тепловой поверочный расчет пароперегревателя.

1. Выполнение теплового поверочного расчета конвективных пучков согласно заданию.
2. Анализ результатов расчетов

АПР №7 Хвостовые поверхности котельного агрегата. Экономайзеры

1. Выполнение теплового конструктивного расчета экономайзера согласно заданию.
2. Анализ результатов расчетов

АПР №8. Тепловой баланс котельного агрегата

1. Составление теплового баланса котельного агрегата по результатам тепловых расчетов топки, конвективных пучков и водяного экономайзера (АКР №1-7)

Внеаудиторная самостоятельная работа

Курсовая работа:

В состав курсовой работы входят : пояснительная записка - 30-40 с., графическая часть - 1л.формата А-3 (план, разрез котла с компоновкой оборудования, тепловая схема, узлы оборудования).

В расчетной части проекта разрабатываются следующие вопросы :

- выбор типа и количества котлов;
- расчет горения топлива;
- расчет энтальпий и построение I-t диаграммы продуктов сгорания;
- расчет основных элементов (топки, испарительных поверхностей),
- расчет экономайзера,
- определение КПД котла;
- оценка количества дымовых газов и высоты трубы для удаления продуктов сгорания из условия не загрязнения окружающей среды,
- прорабатываются вопросы топливоснабжения, шлако- и золоудаления.

7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-1 – обладать знанием нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест		
Знать	Основные определения и понятия базовых знаний в изучаемых разделах курса «Генераторы тепла». Основные понятия о методах конструктивного и поверочного расчетов и нормативной базе при проектировании теплогенерирующих установок и их элементов.	<p>Теоретические вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Роль и место энергетики в народном хозяйстве России. 2. Сведения о системах теплоснабжения. 3. Теплогенерирующая установка и ее элементы. 4. Перспективы и основные тенденции развития ТГУ. 5. Классификация, основные направления использования источников тепловой энергии. 6. Традиционные и нетрадиционные источники тепловой энергии. 7. Вторичные источники тепла. 8. Топливо-энергетические ресурсы, классификация, структура. 9. Возобновляющиеся и невозобновляющиеся ресурсы. 10. Объем и размещение ТЭР в Мире, регионах России, тенденции развития баланса. 11. Органическое топливо, классификация, происхождение. 12. Элементный и технический состав топлива. 13. Приведенные характеристики топлива. 14. Условное топливо. 15. Местное топливо. 16. Твердое топливо, состав и свойства. 17. Жидкое топливо, состав и свойства. 18. Газообразное, состав и свойства. 19. Ядерное топливо, состав и свойства. 20. Нетрадиционные источники тепловой энергии: гелио- и геотермальные установки – классификация, перспективы использования.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>21. Вторичные ТЭР теплоиспользующих установок различных производств.</p> <p>22. Методы и способы получения тепловой энергии: классификация методов.</p> <p>23. Основные понятия и определения процесса горения.</p> <p>24. Химические реакции процесса горения.</p> <p>25. Цепные реакции горения топлива.</p> <p>26. Гомогенное горение.</p> <p>27. Гетерогенное горение.</p> <p>28. Диффузионное горение.</p> <p>29. Турбулентное горение.</p> <p>30. Горение капли жидкого топлива.</p> <p>31. Горение частиц углерода.</p> <p>32. Конструкторский и поверочный расчет котла</p> <p>33. Материальный и тепловой балансы котла.</p> <p>34. Теплообмен в топочном устройстве.</p> <p>35. Конвективные поверхности нагрева.</p> <p>36. Схема газоздушного тракта теплогенератора.</p> <p>37. Расчет газового тракта.</p> <p>38. Расчет воздушного тракта ТГУ.</p> <p>39. Котлы на органическом топливе : классификация, рабочие параметры,</p> <p>40. Котлы с естественной и принудительной циркуляцией</p> <p>41. Прямоточные и водогрейные котлы.</p> <p>42. Схемы котлов: чугунные, горизонтально и вертикальноводотрубные и др.</p> <p>43. Современные отечественные и зарубежные котлы на российском рынке.</p> <p>44. Схемы движения воды и пароводяной смеси в системах с естественной и принудительной циркуляцией.</p> <p>45. Физико-химические характеристики воды.</p> <p>46. Методы обработки воды</p> <p>47. Схемы и конструкции деаэраторов.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		48. Требования, предъявляемые к пару и котловой воде.
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> – Применять полученные знания о методах расчета и нормативной базе при проектировании генераторов тепла. – Применять полученные знания в профессиональной деятельности; использовать их на междисциплинарном уровне; 	<p>Примерные практические задания для экзамена:</p> <p>Задача 1</p> <p>Определить состав рабочей массы челябинского угля марки БЗ, если состав его горючей массы: $C_r = 71,1\%$, $H_r = 5,3\%$, $S_{Lz} = (S_{opz} + S_{kz}) = 1,9\%$, $N_r = 1,7\%$, $O_r = 20,0\%$; зольность сухой массы $A_c = 36\%$ и влажность рабочая $W_p = 18,0\%$.</p> <p>Задача 2</p> <p>Определить состав горючей массы кизеловского угля марки Г, если состав его рабочей массы: $C_p = 48,5\%$; $H_p = 3,6\%$; $S_{Lp} = 6,1\%$; $N_p = 0,8\%$; $O_p = 4,0\%$; зольность сухой массы $A_c = 33,0\%$ и влажность рабочая $W_p = 6,0\%$.</p> <p>Задача 3</p> <p>Сушка березовского угля с составом рабочей массы $W_p = 33\%$; $A_p = 4,7\%$; $S_p = 0,2\%$; $C_p = 44,3\%$; $H_p = 3,0\%$; $N_p = 0,4\%$; $O_p = 14,4\%$; производится при разомкнутой схеме. Определить состав рабочей массы подсушенного до $W_p = 10,0\%$ топлива.</p> <p>Задача 4</p> <p>Определить состав горючей массы нерюнгринского угля, если известен состав рабочей массы: $W_p = 9,5\%$; $A_p = 12,7\%$; $S_p = 0,2\%$; $C_p = 66,1\%$; $H_p = 3,3\%$; $N_p = 0,7\%$; $O_p = 7,5\%$;</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Определить низшую и высшую теплоту сгорания рабочей массы челябинского угля марки БЗ состава: $W_p = 18,0\%$; $A_p = 29,5\%$; $S_{лр} = 1,0\%$; $C_p = 37,3\%$; $H_p = 2,8\%$; $N_p = 0,9\%$; $O_p = 10,5\%$.</p> <p>Задача 5</p> <p>Определить низшую и высшую теплоту сгорания рабочей массы кузнецкого угля марки Д, если состав его горючей массы: $S_{лз} = 0,4\%$; $C_r = 78,5\%$; $H_r = 5,6\%$; $N_r = 2,5\%$; $O_r = 13,0\%$. Зольность сухой массы $A_c = 15,0\%$ и влажность рабочая $W_p = 12,0\%$.</p> <p>Задача 6</p> <p>Определить низшую и высшую теплоту сгорания рабочей и сухой массы донецкого угля марки Г, если известны его низшая теплота сгорания горючей массы $Q_{нс} = 33170$ кДж/кг, зольность сухой массы $A_c = 25,0\%$ и влажность рабочая $W_p = 8,0\%$.</p> <p>Задача 7</p> <p>Определить объем продуктов полного сгорания на выходе из топки, а также теоретический и действительный объемы воздуха, необходимые для сгорания 1 м^3 природного газа Ставропольского месторождения состава: $\text{CO}_2 = 0,2\%$, $\text{CH}_4 = 98,2\%$, $\text{C}_2\text{H}_6 = 0,4\%$, $\text{C}_3\text{H}_8 = 0,1\%$, $\text{C}_4\text{H}_{10} = 0,1\%$, $\text{N}_2 = 1,0\%$,. Коэффициент избытка воздуха в топке $\alpha_t = 1,2$.</p> <p>Задача 8</p> <p>Определить, насколько объем газов за пароперегревателем превосходит объем воздуха, поступающего через горелки в паровом котле с избытком воздуха за топочной камерой $1,20$, присосами воздуха в ней $0,05$, в</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>пылесистеме 0,04 и присосами воздуха в пароперегревателе 0,03. Топливо – промпродукт каменных углей марки Г (Приложение 1, топливо №7).</p> <p>Задача 9</p> <p>Как изменятся объем и объемные доли трехатомных газов и водяных паров, если при сжигании челябинского бурого угля (приложение 1, топливо №12) избыток воздуха увеличить с 1,2 до 1,3?</p> <p>Задача 10</p> <p>Определить энтальпию продуктов сгорания на выходе из топки, получаемых при полном сгорании 1кг карагандинского угля марки К состава: $W_p = 8,0\%$; $A_p = 27,6\%$; $S_{лр} = 0,8\%$; $C_p = 54,7\%$; $H_p = 3,3\%$; $N_p = 0,9\%$; $O_p = 4,8\%$, если известно, что температура газов на выходе из топки равна $\theta_z = 1000$ °С, доля золы топлива, уносимой продуктами сгорания, $a_{ун} = 0,85$ и приведенная величина уноса золы сжигаемого топлива $A_{пр.ун} = 4,6\%$. Коэффициент избытка воздуха в топке 1,3.</p> <p>Задача 11</p> <p>Как изменится энтальпия продуктов сгорания уходящих газов при сжигании ангреноского угля (см. приложение 1, топливо №13), если его влажность увеличить с 34,5 до 45%? Температуру уходящих газов принять 160 °С, коэффициент избытка воздуха 1,4.</p> <p>Задача 12</p> <p>Как изменится энтальпия продуктов сгорания на выходе из топки при сжигании Назаровского бурого угля (см. приложение 1, топливо №15), если</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		замкнутую схему сушки заменить на разомкнутую с влажностью $W_{пл} = 13,0\%$? Принять $\vartheta t = 1100 \text{ }^\circ\text{C}$, Коэффициент избытка воздуха 1,20.
Владеть	<p>- Навыками проектной работы и применением нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования генераторов тепла и их элементов.</p> <p>- Способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов.</p>	<p>Выполнение части курсовой работы «Тепловой расчет котельного агрегата»</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Расчет горения топлива 2. Определение объемов составляющих продукты сгорания газов в газоходах котла. 3. Расчет энтальпий продуктов сгорания с учетом подсоса воздуха в газоходах котла. 4. Построение I – T диаграммы продуктов сгорания для топки, пароперегревателя и водяного экономайзера. 5. Составление теплового баланса котельного агрегата 6. Определение К.П.Д. котельного агрегата
<p>ПК-3 –способностью проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие разрабатываемых проектов</p>		
Знать	Методики выполнения технико-экономических расчетов, специфику составления проектной и рабочей технической документации по генераторам тепла и их конструктивным элементам	<p>Теоретические вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Топочные устройства, основные положения. 2. Классификация топочных устройств. 3. Слоевые топки. 4. Полумеханические слоевые топки. 5. Камерные топки. 6. Камерные топки с удалением шлака в твердом и жидком состоянии. 7. Топочные устройства для сжигания пылевидного топлива. 8. Топочные устройства вихревые.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>9. Топочные устройства циклонные с псевдоожиженным (кипящим и фонтанирующим) слоями.</p> <p>10. Топки для сжигания жидкого и газообразного топлива.</p> <p>11. Горелочные устройства: классификация и назначение.</p> <p>12. Пылеугольные горелки.</p> <p>13. Горелочные устройства для сжигания жидкого и газообразного топлива.</p> <p>14. Испарительные конвективные поверхности нагрева: назначение и классификация.</p> <p>15. Пароперегреватели: назначение, классификация, схемы.</p> <p>16. Низкотемпературные поверхности нагрева котлов.</p> <p>17. Экономайзеры, воздухоподогреватели.</p> <p>18. Компоновка низкотемпературных поверхностей нагрева.</p> <p>19. Теплогенераторы атомных станций, классификация.</p> <p>20. Теплогенераторы атомных станций, схемы.</p> <p>21. Теплогенераторы атомных станций, компоновка.</p> <p>22. Теплогенераторы атомных станций, параметры работы,</p> <p>23. Теплогенераторы атомных станций, области применения.</p> <p>24. Схемы движения воды и пароводяной смеси в системах с естественной и принудительной циркуляцией.</p> <p>25. Требования, предъявляемые к пару и котловой воде.</p> <p>26. Продувка котла и промывочные устройства.</p> <p>27. Тепловые станции на твердом топливе.</p> <p>28. Тепловые станции на жидком топливе.</p> <p>29. Тепловые станции газообразном топливе.</p> <p>30. Удаление шлака и золы.</p> <p>31. Классификация схем ТГУ.</p> <p>32. Общие принципы построения и расчета тепловых схем.</p> <p>33. Системы питания котлового агрегата водой, трубопроводы для подачи воды и пара, КИП, арматура котлов и трубопроводов.</p> <p>34. Тепловой контроль.</p> <p>35. Естественная тяга в тракте котельной установки</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>36. Искусственная тяга за счет дымососов и вентиляторов.</p> <p>37. Дымовые трубы.</p> <p>38. Проектирование газоздушного тракта.</p> <p>39. Определение высоты дымовой трубы</p> <p>40. Основы проектирования ТГУ.</p> <p>41. Основы монтажа ТГУ.</p> <p>42. Основы эксплуатации ТГУ.</p> <p>43. Классификация показателей работы теплостанции.</p> <p>44. Себестоимость производства тепловой энергии и особенности ее расчета.</p> <p>45. Определение капиталовложений в новую теплостанцию.</p>
Уметь	Применять полученные знания о методике выполнения технико-экономических расчетов и составления проектной и рабочей технической документации при проектировании теплогенераторов	<p>Примерные практические задания для экзамена:</p> <p>1. В топке котельного агрегата паропроизводительностью $D = 13,4$ кг/с сжигается подмосковный уголь марки Б2 состава: $W_p = 32,0\%$; $A_p = 25,2\%$; $S_{лр} = 2,7\%$; $C_p = 28,7\%$; $H_p = 2,2\%$; $N_p = 0,6\%$; $O_p = 8,6\%$. Составить тепловой баланс котельного агрегата, если известны температура топлива при входе в топку $t = 20$ °С, натуральный расход топлива $B = 4$ кг/с, давление перегретого пара $P_{п.п} = 4$ МПа, температура перегретого пара $t_{п.п} = 450$ °С, температура питательной воды $t_{п.в} = 150$ °С, величина непрерывной продувки $D = 4\%$; теоретический объем воздуха, необходимый для сгорания 1кг топлива, $V_0 = 2,94$ м³/кг, объем уходящих газов на выходе из последнего газохода $V_{ух} = 4,86$ м³/кг, температура уходящих газов на выходе из последнего $\theta_{ух} = 160$ °С, средняя объемная теплоемкость газов при постоянном давлении $c = 1,415$ кДж/(м³К), коэффициент избытка воздуха за последним газоходом $a_{ух} = 1,48$, температура воздуха в котельной $t_в = 30$ °С, средняя объемная теплоемкость воздуха при постоянном давлении $c = 1,297$ кДж/(м³К); содержание в</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>уходящих газах оксида углерода $CO = 0,2\%$ и трехатомных газов $RO_2 = 16,6\%$ и потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива $q_4 = 4\%$. Потерями теплоты с физической теплотой шлака пренебречь.</p> <p>2. Тесты .</p> <p>1. Чем задается движение рабочей среды в парообразующих трубах котлов с естественной циркуляцией?</p> <p>1) питательным насосом; 2). циркуляционным насосом; 3) подпиточным насосом; 4) движущим напором циркуляции.</p> <p>2. Чему равна кратность циркуляции для прямоточного котла?</p> <p>1). 25; 2). 10; 3) 5; 4) 1.</p> <p>3. Какой элемент отсутствует в прямоточных котлах?</p> <p>1). экономайзер; 2). воздухоподогреватель; 3) барабан; 4) горелки.</p> <p>4. Укажите обозначение типоразмера котла с многократной принудительной циркуляцией и промежуточным пароперегревателем?</p> <p>1). E-220-10; 2). П-500-25; 3) ДКВр-10-13; 4) ПрП-670-18,8.</p> <p>5. При каком давлении котлы с естественной циркуляцией не могут работать (в МПа)?</p> <p>1). 1; 2). 3,9; 3) 12; 4) 17,5.</p> <p>6. Чему равны средние потери с уходящими газами для современных экономичных котлов (в %)?</p> <p>1) 0,5; 2). 1,0; 3) 5-8; 4) 50.</p> <p>7. Исключите из теплового баланса парового котла, работающего на природном газе, соответствующую статью тепловых потерь.</p> <p>1) через ограждения; 2) с уходящими газами; 3) с физической теплотой шлака; 4) с механической неполнотой сгорания.</p> <p>8. Исключите из перечня поверхностей нагрева котла поверхность, не относящуюся к испарительным.</p> <p>1) подъемные экранные трубы; 2) фестоны; 3) конвективные кипяtilьные пучки; 4) пароперегреватель.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>9. Наибольший возможный температурный напор достигается при: 1) прямотоке; 2) перекрестном токе; 3) противотоке; 4) смешанном токе.</p>
Владеть	<p>- Навыками выполнения технико-экономических расчетов и составления проектной и рабочей технической документации .</p> <p>- Способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов.</p>	<p>Выполнение части курсового проекта «Тепловой расчет котельного агрегата»</p> <p>1.Выполнение теплового поверочного расчета топки котла. 2. Выполнение теплового поверочного расчета пароперегревателя котла. 3. Выполнение теплового конструктивного расчета водяного экономайзера. 2.Выбор и компоновка котельного оборудования. Обоснование принятых решений. 3. Составления проектной и рабочей технической документации</p>

б) Промежуточная аттестация по дисциплине «Генераторы тепла» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета, экзамена и в форме выполнения и защиты курсовой работы.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания зачета:

– на оценку **«зачтено»** – обучающийся демонстрирует достаточный уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены не менее чем на 50%, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«не зачтено»** – обучающийся демонстрирует знания не более 40% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Показатели и критерии оценивания курсовой работы:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания на уровне воспроизведения и объяснения

информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – задание преподавателя выполнено частично, в процессе защиты работы обучающийся допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – задание преподавателя выполнено частично, обучающийся не может воспроизвести и объяснить содержание, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

А) Основная литература

1. Морозов, А. П. Теплогенерирующие установки. Котельные установки и парогенераторы : учебное пособие / А. П. Морозов, Г. Н. Трубицына ; МГТУ, [каф. ТиЭС]. - Магнитогорск, 2010. - 275 с. : ил., граф., схемы, табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=342.pdf&show=dcatalogues/1/1074805/342.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

2. Антонов, В. Н. Проектирование тепловой схемы и выбор основного оборудования промышленно-отопительной ТЭС : учебное пособие / В. Н. Антонов, Т. П. Семенова ; МГТУ. - Магнитогорск : [МГТУ], 2017. - 82 с. : ил., табл., схемы, граф., эскизы. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3465.pdf&show=dcatalogues/1/1514266/3465.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

Б) Дополнительная литература

1. Злоказова, Н. Г. Энергетика и охрана окружающей среды. Курс лекций : учебное пособие / Н. Г. Злоказова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1435.pdf&show=dcatalogues/1/1123955/1435.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Осколков, С. В. Расчет системы теплоснабжения промышленно-жилого региона : учебное пособие / С. В. Осколков, Е. Б. Агапитов ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1264.pdf&show=dcatalogues/1/1123442/1264.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

В) Перечень методических указаний

1. Павлова, Г.А. Методические указания к практическим работам по дисциплине «Теплогенерирующие установки» / Г.А. Павлова; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г.И. Носова. – Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова, 2007. – 29 с.:ил.: - Текст: непосредственный

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Windows 7 Professional (для классов)	Д-757-17 от 27.06.2017	27.07.2018
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Mozilla Firefox	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	http://webofscience.com
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных	http://scopus.com
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	http://link.springer.com/
Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний	http://www.springerprotocols.com/
Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний	http://www.springer.com/references

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Лекционные аудитории	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации (интерактивная доска в комплекте с проектором и компьютером). Демонстрационные стенды, плакаты, наглядные пособия.
Помещения для самостоятельной работы	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.
Аудитории для практических занятий, групповых индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Демонстрационные стенды, плакаты, наглядные пособия
Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Шкафы и стеллажи для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий; инструменты и оборудование для обслуживания